



# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b> Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b> Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b> Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI – OPERE CIVILI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>GENERALE</p> <p>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 - RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICHE</p>	<p>SS0456_F0</p>
---	---	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	C L D S	S C	0 0	G 0	0 0	0 0	0 0	0 5	F0
--------	-------------	---	---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER S.r.l.	G.SCIUTO	F.COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE .....	3
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	6
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
2.1 Riferimenti normativi.....	7
2.2 Riferimenti bibliografici .....	7
3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	8
4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	10
4.1 Calcestruzzo per getti in opera C25/30.....	10
4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C.....	10
4.3 Malta cementizia per iniezione tiranti tipo IRS Rck $\geq 25$ N/mm <sup>2</sup> .....	11
4.4 Acciaio per trefoli 0.6" .....	11
6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	12
6.1 Descrizione delle litologie prevalenti.....	12
6.2 Caratterizzazione geotecnica .....	12
6.2.1 Indagini utilizzate.....	12
6.2.2 Caratterizzazione Sabbie e ghiaie di Messina .....	13
6.3 Stratigrafia di progetto .....	14
7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ .....	16
8 CARATTERISTICHE DI CALCOLO .....	20
8.1 Metodologia di calcolo .....	20
8.2 Verifiche agli stati limite ultimi.....	20
8.3 Verifiche agli stati limite di esercizio e a fessurazione.....	22
8.4 Spinta delle terre .....	23
8.4.1 Coefficienti di spinta in fase statica.....	23
8.4.2 Coefficienti di spinta in fase sismica .....	24
9 FASI COSTRUTTIVE.....	25
10 MODELLO DI CALCOLO .....	26
10.1 Caratteristiche generali.....	26
10.2 Dimensionamento della paratia .....	27
10.3 Fasi di modellazione.....	28
10.3.1 Sezione S1 .....	28

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

10.4	Risultati delle analisi .....	30
10.4.1	Sezione S1 .....	30
10.4.1.1	Diagrammi del momento flettente.....	30
10.4.1.2	Diagrammi dell'azione tagliante.....	35
10.4.1.3	Storia di carico dei tiranti.....	40
10.4.1.4	Diagrammi delle deformazioni.....	45
11	VERIFICHE .....	46
11.1	Verifiche dei diaframmi .....	46
11.1.1	Verifiche allo SLU - Flessione.....	46
11.1.2	Verifiche allo SLU - Taglio .....	46
11.1.3	Verifiche allo SLE .....	48
11.1.4	Verifiche a fessurazione .....	48
11.2	Verifiche dei tiranti.....	50
11.2.1	Verifiche allo SLU.....	50
11.2.2	Verifiche allo SLE .....	50
11.2.3	Calcolo lunghezza libera.....	50
11.2.4	Calcolo lunghezza di fondazione .....	52
11.3	Verifiche Sezione S1 - Diaframmi.....	54
11.3.1	Verifiche allo SLU - Flessione.....	54
11.3.2	Verifiche allo SLU – Taglio .....	55
11.3.3	Verifiche allo SLE .....	56
11.3.4	Verifiche a fessurazione .....	57
11.4	Verifiche Sezione S1 – Tiranti .....	58
11.4.1	Verifica strutturale dei tiranti allo SLE .....	58
11.4.2	Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU .....	58
11.4.3	Calcolo lunghezza libera.....	59
11.4.4	Calcolo lunghezza di fondazione .....	59
12	ANALISI DI STABILITA' .....	60
12.1	Sezione S1 .....	60
13	TABULATI DI CALCOLO.....	62
13.1	Sezione S1 – Input ParatiePlus2011 .....	62
13.2	Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica .....	73
13.3	Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica.....	74

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx		<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

13.4	Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica.....	82
13.5	Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica .....	84

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'opera di sostegno in oggetto è una paratia di diaframmi (120x250cm) in c.a., tirantata ove necessario (altezze maggiori di 4m), realizzata lungo l'autostrada A20 Messina- Palermo a Nord – Est dello svicolo Curcuraci; l'opera si rende necessaria in quanto il piano stradale si trova ad una quota inferiore rispetto a quella dell'attuale piano campagna.

L'altezza di scavo massima della paratia è pari a circa 13m; la parte fuori terra della paratia presenterà una finitura costituita da un pannello prefabbricato rivestito in pietra inclinato di 1/10 rispetto alla verticale; tra questo pannello e l'estradosso verticale del diaframma è previsto un riempimento non strutturale in calcestruzzo debolmente armato.

Nel tratto in cui verrà realizzata la paratia il versante a monte dell'opera presenta una pendenza media di circa 25° sull'orizzontale. Il terreno coinvolto dalla realizzazione dell'opera è costituito, nella sua totalità, da sabbie e ghiaie di Messina.

Nella presente relazione sono riportati il dimensionamento e le verifiche dell'opera in oggetto, tenendo presente che sarà un'opera definitiva, quindi nei tratti tirantati le teste dei tiranti dovranno essere ispezionabili e la protezione degli stessi dovrà essere tripla, cioè con guaina lungo il tratto libero, guaina corrugata lungo tutto il bulbo di fondazione e trefoli viplati. Per garantire l'ispezionabilità dei tiranti saranno predisposte delle nicchie nel riempimento in c.a. in corrispondenza delle teste dei tiranti; tali nicchie saranno inoltre rivestite con un pannello rimovibile.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

- [1] **Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.01.2008:** "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2] **Ministero dei LL.PP. - Circ. 617 del 02.02.2009:** Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio 2008;
- [3] **C.N.R. 10011:** "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- [4] **CIRCOLARE MIN. DEI LAV. PUBBL. 15 OTTOBRE 1996 N. 252:** "Istruzioni per l'applicazione delle «norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996".
- [5] **C.N.R. 10012:** "Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni";
- [6] **C.N.R. 10024:** "Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo";
- [7] **UNI EN 1537 - 2002:** "Esecuzione di lavori geotecnici speciali. Tiranti di ancoraggio.

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M., Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione.

### 2.2 Riferimenti bibliografici

- [8] **A. Migliacci, F. Mola (1985):** "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a." – Masson Italia Editori
- [9] **Bowles J.E. (1988):** "Foundations Analysis and Design, 4<sup>th</sup> ed." – McGraw-Hill, New York
- [10] **Nova R. (2002):** "Fondamenti di meccanica delle terre" – McGraw-Hill, Milano
- [11] **Raccomandazioni A.I.C.A.P. (1993)** – Ancoraggi nei terreni e nelle rocce
- [12] **Terzaghi K. (1943):** "Theoretical Soil Mechanics" – J.Wiley & Sons, New York
- [13] **C. Cestelli Guidi (1987):** "Geotecnica e tecnica delle fondazioni" – Ulrico Hoepli Editore

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

#### Paratie Plus 2011

CeAS – Centro di Analisi Strutturale s.r.l.

*Programma di calcolo per l'analisi ad elementi finiti di paratie*

Il software di calcolo *PARATIE* è un programma di calcolo automatico per lo studio di strutture di sostegno flessibili in terreni e rocce sciolte. Lo scopo principale di *PARATIE* è analizzare il comportamento terreno-struttura durante le fasi realizzative dell'opera e in eventuali fasi finali. La costruzione del modello matematico, partendo dalla reale geometria, è fatta con il metodo degli elementi finiti: la logica del programma prevede l'utilizzo di elementi monodimensionali. Il programma affronta il problema del comportamento del terreno attraverso un'analisi elastoplastica statica incrementale. Poiché il comportamento degli elementi finiti (terreno) è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti: lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi. L'analisi, inoltre, ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla paratia durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno.

L'insieme dei dati è organizzato secondo comandi (schede) che attivano l'esecuzione di un ben preciso compito.

Una volta preparato il file di input, il programma di calcolo opera nello spirito del calcolo dell'energia potenziale del modello concepito ed imponendone la stazionarietà, ottiene un sistema di equazioni che risolvono il problema. Tali equazioni hanno il significato fisico di equazioni di equilibrio ai nodi: la matrice dei coefficienti del sistema è una *matrice di rigidezza*, mentre i termini noti assumono il significato di *forze applicate* ai nodi. In quest'ottica, il metodo porta ad un modello matematico identico a quello ottenuto dal *METODO DELLE DEFORMAZIONI*, approccio usuale nello studio delle strutture a telaio. La scelta di un passo di discretizzazione particolarmente fitto, garantisce sulla buona rispondenza del modello matematico alla realtà fisica del problema.

La schematizzazione del fenomeno fisico è del tipo '*trave su suolo elastico - alla Winkler*'. La paratia viene rappresentata con elementi di trave il cui comportamento flessionale è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie. Si ammette infine (con notevoli semplificazioni del calcolo numerico, senza pregiudicare la bontà dell'analisi) che ogni porzione di



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

terreno schematizzata a molla abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione, che del resto effettivamente esiste fra le varie zone di terreno, è lasciata al diaframma attraverso la propria rigidità flessionale (sforzi di taglio tra concio e concio di terreno sono ignorati).

Si sottolinea che con quest'ultima versione del programma è possibile rappresentare il terreno a monte della paratia con una determinata inclinazione o anche con un eventuale profilo a gradoni; nel primo caso il codice di calcolo si ricalcola automaticamente i coefficienti di spinta considerando l'inclinazione (i) a monte, nel secondo caso, invece, vengono ricalcolati i coefficienti di spinta iterativamente dal codice a partire dall'equilibrio delle forze dei possibili cunei di spinta a tergo dell'opera.

Si evidenzia, inoltre, che con Paratie Plus 2010 l'azione sismica può essere considerata in diversi modi, in particolare si vogliono menzionare i più utilizzati. L'uno è un metodo automatico di implementazione che consente di prescindere dalla scelta classica del tipo di paratia (rigida o flessibile), infatti applica un carico distribuito iniziale (ad esempio in accordo con la teoria di Wood) e contemporaneamente ridefinisce il coefficiente di spinta attivo e passivo, rispettivamente secondo la teoria di Mononobe-Okabe e Soubra. L'altro è il classico metodo di Wood, che considera le paratie opere rigide a cui viene applicato con un carico uniformemente distribuito considerato l'incremento di spinta sismica.

## **SLIDE rel 5.0**

Rocscience Inc.

*Programma per l'analisi di stabilità di pendii*

Il programma Slide rel. 5.0 (Rocscience Inc.) consente di eseguire analisi di stabilità all'equilibrio limite suddividendo i piani di scorrimento in un numero variabile di conci e calcolando il fattore di sicurezza globale alla stabilità. E' possibile incrementare il numero di superfici di scorrimento analizzate ed i limiti geometrici di studio. Si possono selezionare diversi metodi di analisi limite tra cui Bishop, Morgenstern-Price, Janbu, Spencer, Fellenius, selezionando superfici circolari, spezzate o miste.

E', inoltre, possibile inserire la presenza della falda, di carichi concentrati o distribuiti, di carichi sismici o di incrementi della pressione dell'acqua interstiziale.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per getti in opera C25/30

Classe di resistenza	C25/30	-	
Rapporto massimo acqua / cemento	0.6	-	
Slump	S4	-	
Contenuto minimo di cemento	300	kg/m <sup>3</sup>	
Diametro massimo inerte	32	mm	
Classe di esposizione	XC2	-	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	30.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} =$	25.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 33.00	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 31475.8	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	= 2.56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	= 1.79	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	= 14.16	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1.19	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di compressione - Comb. rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$	= 15.0	N/mm <sup>2</sup>
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$	= 11.25	N/mm <sup>2</sup>

### 4.2 Acciaio per cemento armato tipo B450C

Tipo di acciaio	B450C	-	
Copriferro min. netto per muri di sostegno	50	mm	
Copriferro min. netto per diaframmi	80	mm	
Sovrapposizioni continue	50	∅	
Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	$f_{tk} =$	540.00	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	$f_{yk} =$	450.00	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_S =$	1.15	--
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$	= 391.30	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione massima di trazione	$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$	= 360.00	N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 4.3 Malta cementizia per iniezione tiranti tipo IRS $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$

Bulbo di fondazione eseguito con iniezioni ripetute e selettive con una valvola al metro lineare.

Rapporto acqua / cemento	0.4-0.45	
Resistenza a compressione (a 28 gg)	30	N/mm <sup>2</sup>
Cemento	Tipo III A 32,5R o 42,5R o IV A 32,5R o 42,5R	
Contenuto minimo di cemento	100	kg/m <sup>3</sup>
Eventuali additivi fluidificanti non aeranti		
Filler calcareo o siliceo	0÷3	
	0	kg
Eventuale bentonite	< 4% in peso del cemento	
Fluidità Marsch	20"÷35"	
essudazione	< 2%	

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979, mentre il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332, di apertura 0.075 mm, inferiore al 3% in peso.

### 4.4 Acciaio per trefoli 0.6"

Diametro nominale	$D_p$	=	15.20 mm
Area del trefolo	$A_p$	=	139 mm <sup>2</sup>
Peso a metro lineare	$P_p$	=	10.90 N/m
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{ptk}$	=	1860 kPa
Tensione limite di snervamento	$f_{p(1)k}$	=	1670 kPa
Modulo Elastico	$E$	=	210.10 kN/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s$	=	1.15 --
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd}$	= $f_{p(1)k}/\gamma_s$	= 1452.2 N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di trazione	$\sigma_s$	=	1004 N/mm <sup>2</sup>

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Descrizione delle litologie prevalenti

La litologia prevalente è costituita dalla formazione delle Sabbie e Ghiaie di Messina.

I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane.

Si rilevano strati di ghiaie cementate, come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco della galleria stradale Faro Superiore e Balena; in questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.

La falda non risulta interferente con le opere, come si evince dagli elaborati di progetto:

Codice	Titolo del documento
CG0800PRBDSSBC8G000000001	Relazione geotecnica generale versante Sicilia
CG0800PRGDSSBC6G000000003	Relazione idrogeologica
CG0800PN5DSSBC6G000000009 -10-11-12	Carta idrogeologica versante Sicilia
CG0800PF6DSSBC6ST00000001- 02-03-04-05-21-22-23-24	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Reggio Calabria
CG0800PF6DSSBC6ST00000011- 12-13-14-15-25-26-27-28	Profilo geologico-geotecnico Tracciato stradale - Direzione Messina

### 6.2 Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A.

#### 6.2.1 Indagini utilizzate

Data l'esiguità delle prove localmente presenti (S415, S416), si è scelto di tenere conto anche dei sondaggi della tratta che va dal Km 5+400 al Km 5+900 circa.

I sondaggi di riferimento per la presente tratta sono SPPS02 e SPPS03 (campagna del 2002),

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

S415, S416, S417 e S418 (campagna del 2010).

La categoria di suolo sismico, secondo N.T.C: 2008, risulta pari a **C** (sondaggi S415, S416).

Le prove localmente utilizzate nella caratterizzazione sono:

- Prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche (sondaggio S417)
- Prove granulometriche (sondaggi S417, SPPS02 e SPPS03)
- Prove SPT (sondaggi S415, S416, S417, S418, SPPS02, SPPS03)
- 1 prova Cross Hole (sondaggio S418)
- 1 prova sismica a rifrazione locale (SRD3)
- 5 prove pressiometriche (sondaggi S417, S418)
- 4 prove Le Franc (sondaggi S417 e S418)

## 6.2.2 Caratterizzazione Sabbie e ghiaie di Messina

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

Con riferimento al fuso medio (19 prove granulometriche) si ha che:  $d_{50}=0.8\text{mm}$ ,  $d_{60}=2\text{mm}$  e  $d_{10}=0.015\text{mm}$ . Le percentuali medie di ghiaia, sabbia e limo sono rispettivamente di 38%, 47%, 12%.

- **Dr**: I valori di  $N_{\text{spt}}$  sono stati corretti con il fattore correttivo  $C_{\text{sg}}=0.75$  corrispondente al  $d_{50}=0.8\text{mm}$ ;
- **$e_o$** : a partire dal  $d_{50}$  stimato si ottiene di  $e_{\text{max}}-e_{\text{min}}$  pari a 0.305, non dissimile dai valori reperibili in letteratura ( $0.17 < e_{\text{max}}-e_{\text{min}} < 0.29$ ). Stimando per  $e_{\text{max}}$  un valore pari a 0.8 a partire dai valori di Dr è stato possibile determinare i valori di  **$e_o$**  in sito;
- **$\gamma_d$** : in base a tali valori di  **$e_o$**  e da  $\gamma_s$  si può stimare  $\gamma_d = 18-19\text{KN/m}^3$ ;
- **$K_0$** : si considera la relazione di Mesri (1989) per tenere conto degli effetti di "aging".

I primi 15 m sembrerebbero maggiormente addensati soprattutto nella porzione sabbio-ghiaiosa.

Per i parametri di resistenza si ha:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

z(m)	Dr(%) Sabbie e ghiaie	$\phi'_p$ (pff=0-272KPa) (°)	$\phi'_{cv}$ (°)	$K_0$
5-15	40-80	39-42	33-35	0.4-0.45
>15	50-60	39-40	33-35	0.45

Come parametri operativi per l'angolo d'attrito si utilizzerà  $\phi' = 38-40$ .

Per i parametri di deformabilità si ha localmente a disposizione la prova sismica S418 in cui si evidenzia una buona correlazione fra le velocità misurate e quelle calcolate con le correlazioni da prove SPT.

L' espressione ottenuta in base alle correlazioni dalle prove SPT della tratta per il modulo  $G_0$  :

$$G_0 = 45 z^{0.62}$$

$$E_0 = 108 z^{0.62}$$

$$E' = (15-36) z^{0.62}$$

Le prove pressiometriche (nei sondaggi S417 e S418), che forniscono valori del ramo di carico, mostrano i valori più elevati (300-600MPa) tra 10m e 25m.

### 6.3 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia di progetto ottenuta sulla base dei profili Geologico-Geotecnici e i parametri geotecnici caratteristici assunti nei calcoli.

Materiale	Profondità [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'_k$ [kPa]	$\phi'_k$ [°]	$E'$ [MPa]
Sabbie e ghiaie di Messina	-	18	0	38	$(15-36) z^{0.62}$

Tabella 1: Stratigrafia di progetto e parametri caratteristici dei materiali.

dove:

$\gamma_n$  = peso di volume naturale

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = angolo di attrito efficace

$E'$  = modulo elastico per medie-grandi deformazioni

		<p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>		
<p>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846          RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p><i>Codice documento</i>          SS0456_F0.docx</p>		<p><i>Rev</i>          F0</p>	<p><i>Data</i>          20/06/2011</p>

La falda non risulta interferente con le opere.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 7 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

L'azione sismica di progetto, desunta dal D.M. del 14/01/2008, deriva dalla pericolosità sismica di base del sito; in particolare, viene definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ( $a_g$ ). Lo stato limite ultimo indagato è lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV). Trattandosi di un'opera di sostegno di altezza superiore a 5m si sono considerate le seguenti condizioni vita nominale e classe d'uso:

Vita nominale della costruzione	100 anni
Classe d'uso della costruzione	IV
Coefficiente d'uso della costruzione $c_u$	2

Inserendo questi parametri e le coordinate geografiche dell'opera (riportate di seguito) nel programma Spettri di risposta ver. 1.0.3 distribuito dal Consiglio Superiore LL.PP si ottiene il valore di  $a_g$  da utilizzare nella progettazione:



Lat.	38° 15' 12.15" N
Long.	15° 34' 52.77" E

$a_{g-SLV}$	0.411
-------------	-------

A partire dall'accelerazione su suolo rigido si ricava l'accelerazione attesa al sito ( $a_{max}$ ), ottenuta moltiplicando  $a_g$  per i coefficienti correttivi che tengono conto delle possibili amplificazioni del moto del suolo dovute a effetti stratigrafici e/o topografici. Localmente non ci sono indagini che raggiungano i primi 30 m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo: cautelativamente si assume una categoria nel contesto in esame (cat. C – sondaggio S415 – S416) corrispondente a "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti", mentre la categoria topografica è T2 in quanto l'inclinazione media a monte è maggiore di 15°; si ottiene quindi questo valore di  $a_{max}$ :

$S_S$	1.088
$S_T$	1.200



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

$$a_{max-SLV} \mid a_{g-SLV} \cdot S_s \cdot S_T = 0.537$$

I coefficienti sismici di progetto per le verifiche geotecniche e strutturali dei muri si deducono, in accordo con il D.M. del 14/01/2008, sulla base delle relazioni:

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove  $\alpha$  e  $\beta$  sono due coefficienti che dipendono dall'altezza  $H$  della paratia, dal tipo di sottosuolo e dallo spostamento ammissibile dell'opera  $u_s$ , limitato superiormente da 0.005 volte l'altezza della paratia. Tali valori possono essere ricavati dai grafici di Figura 1 e Figura 2.

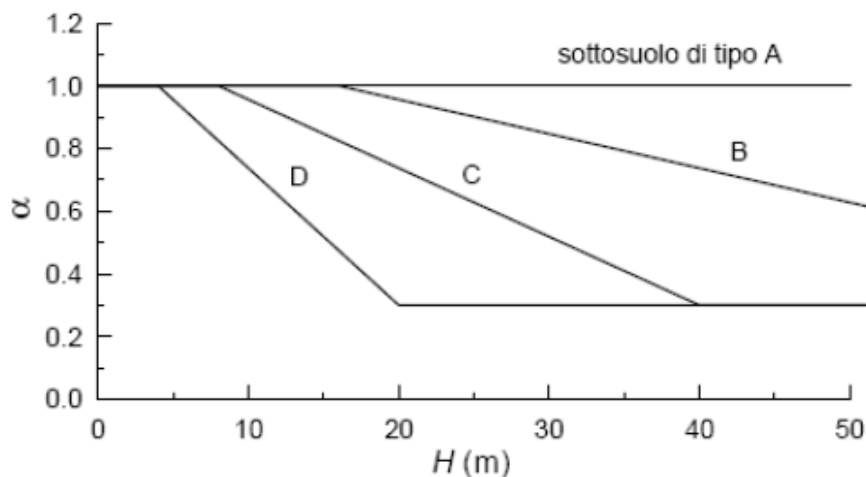


Figura 1: Figura 7.11.II delle N.T.C. 2008, da utilizzare per trovare il coefficiente  $\alpha$ .

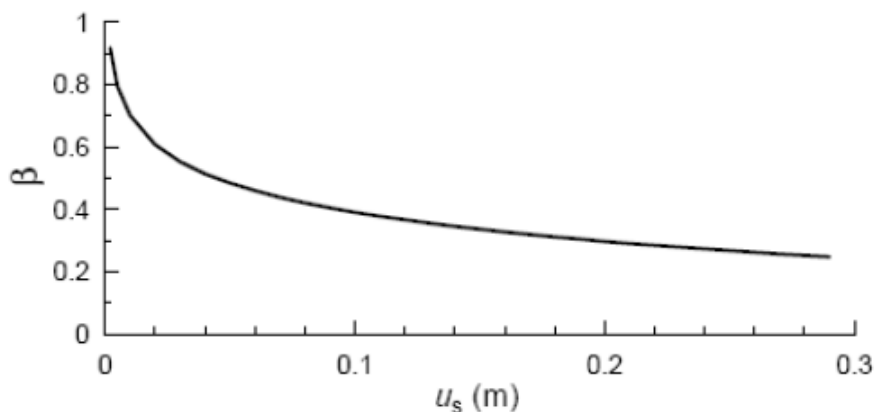


Figura 2: Figura 7.11.III delle N.T.C. 2008, da utilizzare per trovare il coefficiente  $\beta$ .

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

In ogni caso  $\beta$  non deve essere inferiore a 0.2.

Nel caso in esame si è assunto:

$$\begin{array}{l|l}
 u_s & 4\text{cm} \\
 \alpha & 0.694 \\
 \beta & 0.506
 \end{array}$$



Conseguentemente:

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.189$$

La componente sismica verticale è stata trascurata:  $k_v = 0$

Data la deformabilità dell'opera, l'azione sismica è stata considerata mediante il metodo di Mononome-Okabe implementato da Paratie Plus 2010. Tale metodo consente di calcolare automaticamente la sovraspinta sismica a monte della paratia come differenza tra le spinte delle terre in condizione sismica e in condizioni di spinta attiva. Contemporaneamente all'applicazione di tale sovraccarico, il programma sostituisce ai coefficienti di spinta passiva valutati in fase statica i coefficienti di spinta passiva in fase sismica.

Per le verifiche di stabilità globale del pendio si è invece considerata sia l'accelerazione orizzontale che quella verticale. Poiché il valore del coefficiente  $\beta_s$  non può essere ottenuto direttamente dalla Tabella 7.11.I del D.M. 14/02/2008, in quanto l'accelerazione sismica attesa per quest'opera supera il valore massimo considerato nella suddetta tabella (pari a 0.4g), si è eseguita un'extrapolazione dei valori da normativa, ottenendo il grafico seguente:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

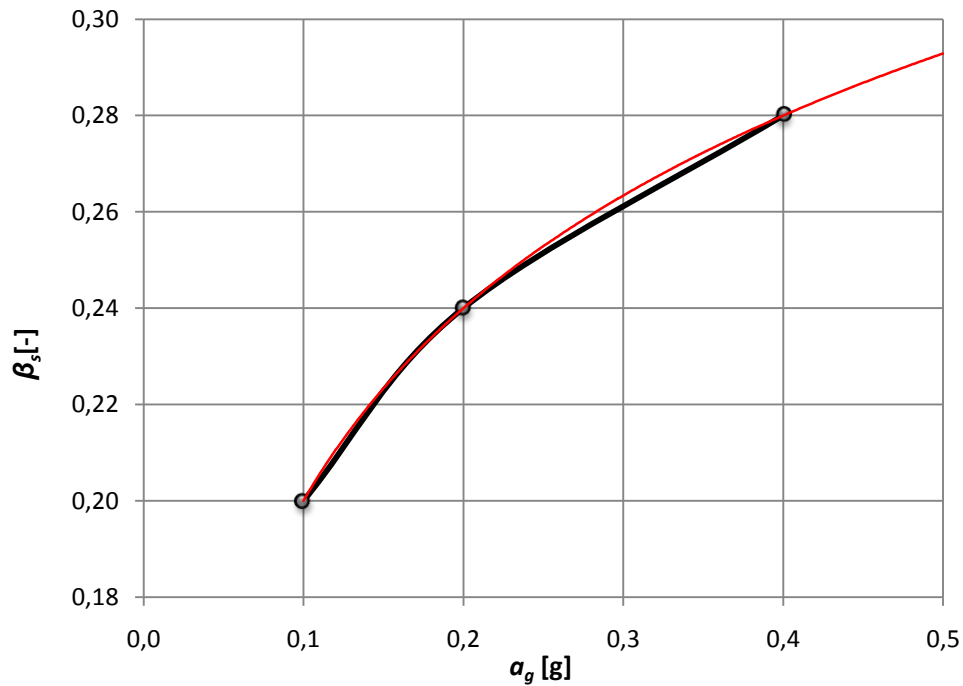


Figura 3: estrapolazione eseguita per ottenere il valore di  $\beta_s$ .

Cautelativamente nel calcolo dei coefficienti sismici si è assunto  $\beta_s = 0.30$ :

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.161$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_s = \pm 0.081$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 8 CARATTERISTICHE DI CALCOLO

### 8.1 Metodologia di calcolo

Le verifiche delle paratie sono condotte secondo il metodo degli Stati Limite, come prescritto dalle “Nuove norme tecniche sulle costruzioni” del 14 gennaio 2008.

Si eseguono verifiche agli stati limite ultimi, con lo scopo di verificare la sicurezza delle opere, e agli stati limite di esercizio, necessarie per verificare che i cedimenti attesi siano compatibili con la funzionalità dei vari elementi e che i tassi di lavoro all’interno delle strutture garantiscano i livelli prestazionali richiesti per tutto il periodo di vita utile delle opere.

### 8.2 Verifiche agli stati limite ultimi

Sono effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
  - collasso per rotazione attorno ad un punto dell’opera;
  - collasso per carico limite verticale;
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - instabilità del fondo scavo;
  - sifonamento del fondo scavo;
  - instabilità globale dell’insieme terreno-opera;
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più sistemi di contrasto;
  - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;

Per ogni stato limite considerato si accerta che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d < R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto. L’applicazione del metodo di verifica semiprobabilistico agli stati limite, nella forma proposta dal D.M. 14/01/2008, prevede l’applicazione di set di fattori di sicurezza parziali sulle azioni (A1 e A2, riportati nella Tabella 2), sui parametri geotecnici (M1 e M2, riportati nella Tabella 3) e sulle resistenze (R1, R2 e R3, riportati nella Tabella 4).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 2: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma_\square$	$\gamma_g$	1,0	1,0

Tabella 3: Coefficienti parziali dei parametri geotecnici del terreno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE
	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 4: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

Nel Progetto in oggetto le verifiche in fase statica sono effettuate secondo l'Approccio 1, applicando le seguenti combinazioni di carico (dove il segno '+' in ossequio alla normativa ha il significato di 'combinato con'):

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R2

Le verifiche sismiche vengono condotte imponendo pari ad uno tutti i coefficienti A delle due

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

combinazioni descritte per il caso statico. La verifica dimensionante è ovviamente quella con i parametri geotecnici ridotti:

$$(A2=1) + M2 + R1$$

Il dimensionamento geotecnico dei bulbi di ancoraggio si effettua con riferimento alla seguente combinazione di coefficienti:

$$A1+M1+R3$$

Il fattore parziale R3 assume il valore 1.1 e 1.2 in funzione del tipo di tirante, rispettivamente provvisorio o permanente, come riportato nella Tabella 6.6.I del D.M. 14/02/2008.

In accordo con la Circolare 617 del 02.02.2009 l'analisi di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o nei vincoli è svolta con la peggiore delle seguenti combinazioni:

- Combinazione 1 dell'Approccio 1 (analisi statica);
- Combinazione 1 dell'Approccio 1, nella quale però i coefficienti A1 devono essere posti pari ad uno (analisi sismica).



La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera è effettuata secondo l'approccio 1, combinazione2:

$$A2+M2+R2$$

In accordo con la Tabella 6.8.I del D.M. 14/02/2008 il coefficiente parziale sulle resistenza R2 è pari a 1.1, mentre i coefficienti A2 e M2 sono quelli già citati sopra. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e cercando ancora un fattore di sicurezza sulle resistenze pari a 1.1.

### **8.3 Verifiche agli stati limite di esercizio e a fessurazione**

Le verifiche agli SLE e a fessurazione sono eseguite con riferimento ai valori caratteristici delle azioni e dei parametri di resistenza dei materiali.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8.4 Spinta delle terre

### 8.4.1 Coefficienti di spinta in fase statica

Il coefficiente di spinta a riposo dei terreni considerati è stato calcolato secondo il procedimento dell'equilibrio limite di Rankine:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

I valori dei coefficienti di spinta attiva ( $K_a$ ) sono stati calcolati secondo la relazione di Coulomb, mentre i coefficienti di spinta passiva ( $K_p$ ) secondo la relazioni di Rankine: il valore dell'angolo di attrito terreno-paratia ( $\delta$ ) è stato assunto nullo per il calcolo delle spinte.

La relazione di Coulomb per il calcolo del coefficiente di spinta attiva, con le condizioni assunte, è la seguente:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

- $\alpha$  | angolo di inclinazione rispetto alla verticale del paramento di monte del muro
- $\beta$  | angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del terreno a monte del muro
- $\phi$  | angolo di attrito efficace del terreno a monte del muro
- $\delta$  | angolo di attrito terreno-muro

La relazione di Rankine per il calcolo della spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

In Tabella 5 sono riassunti i coefficienti di spinta utilizzati nei calcoli; il pedice 'h' indica che i coefficienti di spinta attiva e passiva sono stati calcolati in direzione orizzontale.

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$K_0$	$K_{ph}$ $i^{(*)} = 0^\circ$	$K_{ah}$ $i^{(*)} = 25^\circ$
--------	------	-----------------------	-----------	---------------	-------	---------------------------------	----------------------------------

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

Sabbie e ghiaie di Messina	S.L.E.	Caratteristici	-	38	0.384	4.204	0.321
	S.L.U.	Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.384	4.204	0.321
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	3.256	0.448

Tabella 5: Coefficienti di spinta caso statico (<sup>(1)</sup>  $i$  = pendenza di terreno a monte della paratia).

#### 8.4.2 Coefficienti di spinta in fase sismica

I coefficienti di spinta attiva in fase sismica sono stati valutati mediante la relazione di Mononobe – Okabe.

$$K_{a,sism} = \frac{\sin^2(\alpha + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \phi \cdot \sin(\alpha - \vartheta - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \vartheta)}{\sin(\alpha - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Dove, oltre ai termini il cui significato è già stato esposto in precedenza, si assume

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right), \text{ con } K_v = 0.$$

I coefficienti di spinta passiva in fase sismica sono stati invece valutati mediante la relazione di Soubra.

In Tabella 6 sono riassunti i coefficienti di spinta in fase sismica per i terreni in esame:

Strato	S.L.	Parametri del terreno	Approccio	$\phi$ [°]	$K_0$	$K_{ph}$ $i^{(1)} = 0^\circ$	$K_{ah}$ $i^{(1)} = 25^\circ$
Sabbie e ghiaie di Messina	S.L.U.	Caratteristici	A1+M1+R1	38	0.384	3.867	0.668
	S.L.U.	Progetto	A2+M2+R2	32	0.470	2.946	0.919

Tabella 6: Coefficienti di spinta in fase sismica (<sup>(1)</sup>  $i$  = pendenza di terreno a monte della paratia).



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 9 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

- Sbancamento a monte dell'opera fino al raggiungimento della quota di progetto per la realizzazione dei diaframmi.
- Realizzazione dei diaframmi in c.a. mediante benna mordente.
- Getto della trave di testata della paratia.
- Ritombamento e ripristino dell'area interessata dagli scavi a monte dei diaframmi, con posizionamento della canaletta dietro l'opera.
- Scavo parziale fino a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del primo ordine di tiranti, vale a dire circa 4.5m al di sotto del limite superiore della trave di testata.
- Esecuzione e tesatura del primo ordine di tiranti.
- Scavo parziale a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del secondo ordine di tiranti (circa 7.5m al di sotto del limite superiore della trave di testata).
- Esecuzione e tesatura del secondo ordine di tiranti.
- Scavo parziale a circa 0.5m sotto la quota d'imposta del terzo ordine di tiranti (circa 10.5m al di sotto del limite superiore della trave di testata).
- Esecuzione e tesatura del terzo ordine di tiranti.
- Scavo fino a fondo scavo.
- Realizzazione del cordolo di appoggio del pannello di rivestimento in pietra.
- Posizionamento del pannello di rivestimento in pietra e getto del riempimento in calcestruzzo, armato con una rete elettrosaldata e dotato di nicchie in corrispondenza delle teste dei tiranti per garantirne l'ispezionabilità.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 10 MODELLO DI CALCOLO

### 10.1 Caratteristiche generali

La tabella seguente riporta le caratteristiche generali delle paratie in progetto.

#### Diaframmi

sezione	120cmx250cm
Lunghezza massima	22m
Materiale	Cemento armato

#### Tiranti attivi

Numero di ordini	3
diametro di perforazione $\geq$	140 -160 mm
Trefoli	5 - 6
Interasse	1 per ogni pannello per tutti gli ordini
Inclinazione sull'orizzontale	5° (1° ordine) 10° (2° ordine) 15° (3° ordine)
Tipo tirante	IRS - ad iniezioni ripetute e selettive

Il bulbo dei tiranti verrà eseguito ad iniezioni ripetute e selettive con una valvola al metro lineare di fondazione.

In sommità della paratia è prevista una trave di testata di calcestruzzo armato che lega i pannelli tra loro. Le altezze relative alla paratia sono comprensive dell'altezza della trave di testata, che ha sezione minima 120cmx100cm.

Il dimensionamento delle paratie è stato eseguito attraverso l'uso del programma Paratie Plus 2011.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 10.2 Dimensionamento della paratia

Nel paragrafo in oggetto si dimensiona dal punto di vista strutturale la paratia costituita da diaframmi definitivi in c.a. di spessore 120cm. E' stata studiata la situazione più gravosa e anche rappresentativa della gran parte dell'opera:

- Sezione S1: tre ordini di tiranti, altezza massima 13m.

In ottemperanza a quanto indicato nel paragrafo 3.2.3.6.2.1 del documento GCG.F.03.06 delle specifiche tecniche l'altezza reale è stata incrementata di 0.5m, ottenendo un'altezza di calcolo di 13.5m.

I tiranti sono definitivi e, come tali, dovranno essere necessariamente ispezionabili. Per questa ragione il riempimento in c.a. posto davanti alla porzione fuori terra della paratia presenta una nicchia in corrispondenza delle teste dei tiranti, resa accessibile grazie alla presenza di una parte rimovibile nel pannello in pietra di rivestimento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

## 10.3 Fasi di modellazione

### 10.3.1 Sezione S1

Di seguito si riportano le fasi della modellazione, accompagnate da una sezione tipologica per meglio comprenderne la successione.

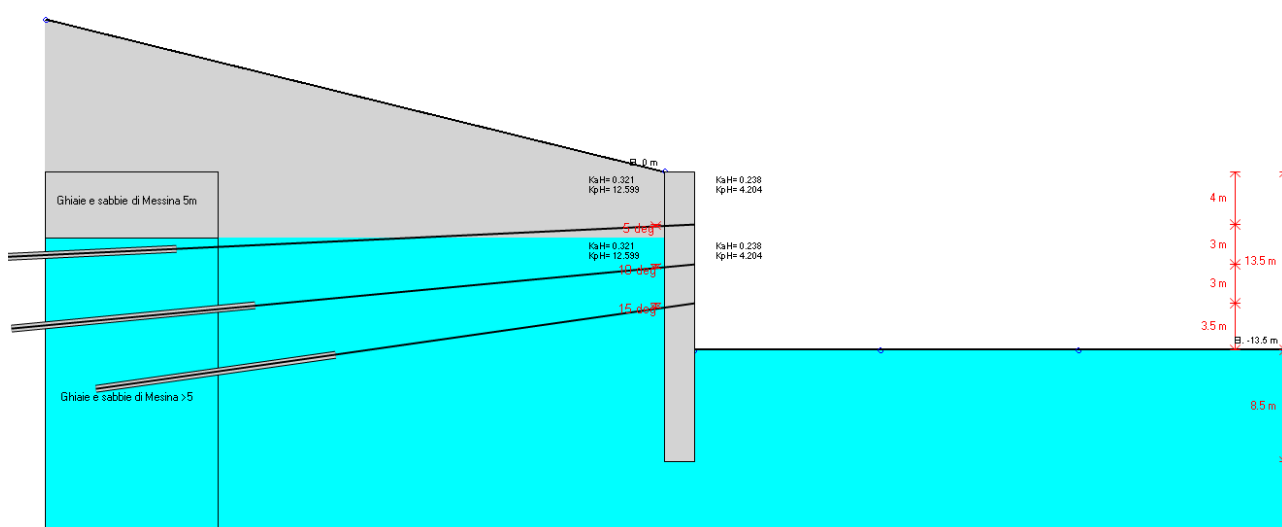


Fig. 1: Schema sezione

Si riportano di seguito gli stage (step) di calcolo, la quota di riferimento 0.0 coincide con la testa della paratia:

#### Stage 0: CONDIZIONE GEOSTATICA

Corrisponde alla fase geostatica iniziale. La quota del terreno a monte e a valle della paratia è la stessa. A monte della paratia è stato assegnata la pendenza media del pendio, pari a 25°.

#### 1° stage: SCAVO A QUOTA -4.5m

Corrisponde alla fase di scavo a -4.5m. al fine di poter mettere in opera il primo ordine di tiranti.

#### 2° stage: TIRANTE I ORDINE

In tale fase viene applicato il primo ordine di tiranti a -4.0m.

#### 3° stage: SCAVO A QUOTA -7.5m

Corrisponde alla fase di scavo a -7.5m. al fine di poter mettere in opera il secondo ordine di tiranti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

**4° stage: TIRANTE II ORDINE**

In tale fase viene applicato il secondo ordine di tiranti a -7m.

**5° stage: SCAVO A QUOTA -10.5m**

Corrisponde alla fase di scavo a -10.5m. al fine di poter mettere in opera il terzo ordine di tiranti.

**6° stage: TIRANTE III ORDINE**

In tale fase viene applicato il terzo ordine di tiranti a -10m.

**7° stage: FONDO SCAVO A QUOTA -13m**

Corrisponde alla fase di scavo a -13m.



**8 stage: SISMA**

In questa fase si simula l'azione sismica come descritto nel Capitolo 6.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei tiranti utilizzate nei calcoli:

Ordine	Quota [m]	n. trefoli	$\alpha$ [°]	interasse [m]	$L_{libera}$ [m]	$L_{bulbo}$ [m]	Tiro di collaudo [kN]	Tiro iniziale [kN]
I	-4	6	5	2.5 (1 x pannello)	21	10	600	450
II	-7	5	10	2.5 (1 x pannello)	18	10	600	450
III	-10	5	15	2.5 (1 x pannello)	15	10	600	450

*Tabella 7: Caratteristiche dei tiranti della sezione S1.*

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

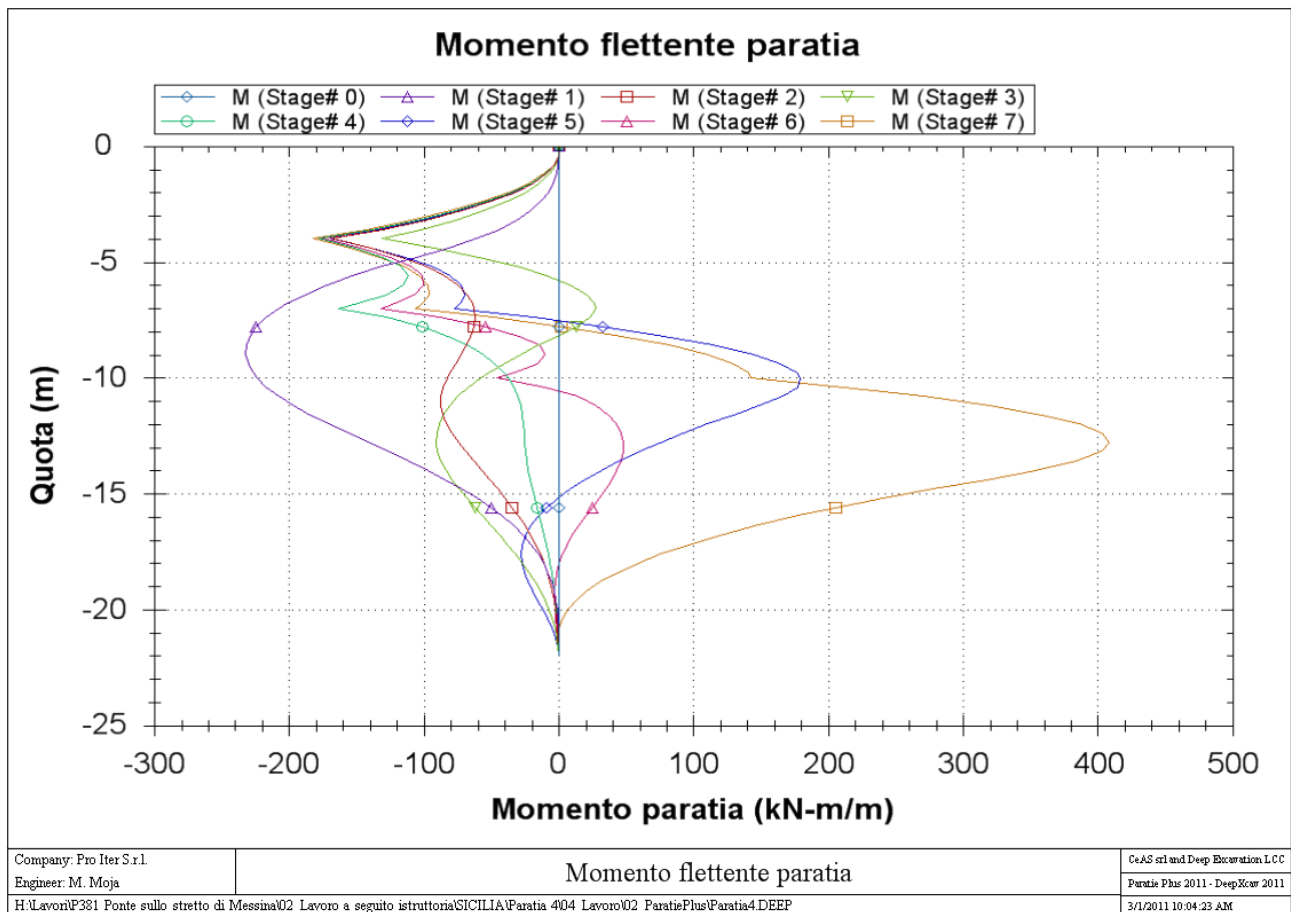
## 10.4 Risultati delle analisi

### 10.4.1 Sezione S1

#### 10.4.1.1 Diagrammi del momento flettente

Di seguito si riportano i diagrammi del momento flettente nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.

#### SLE



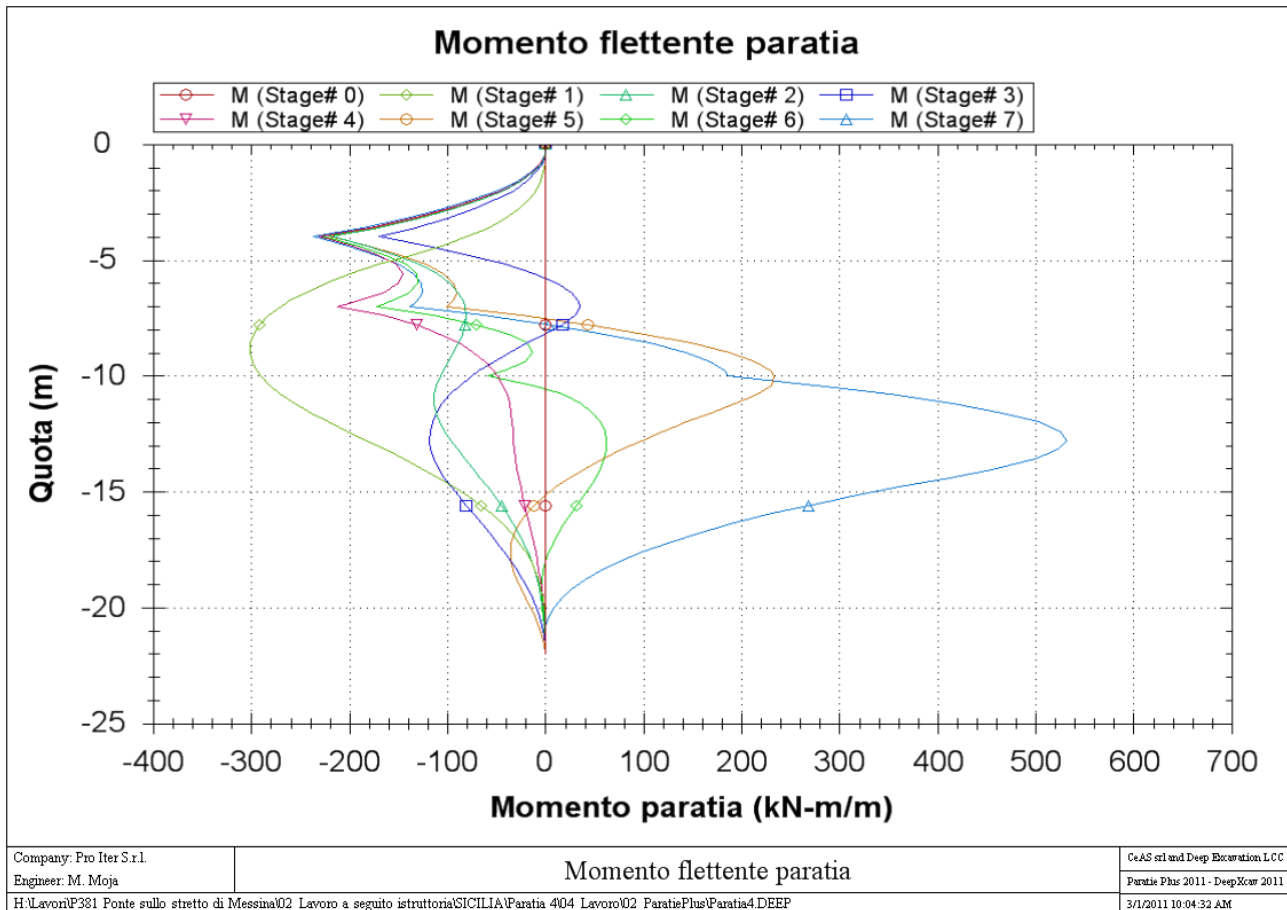
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

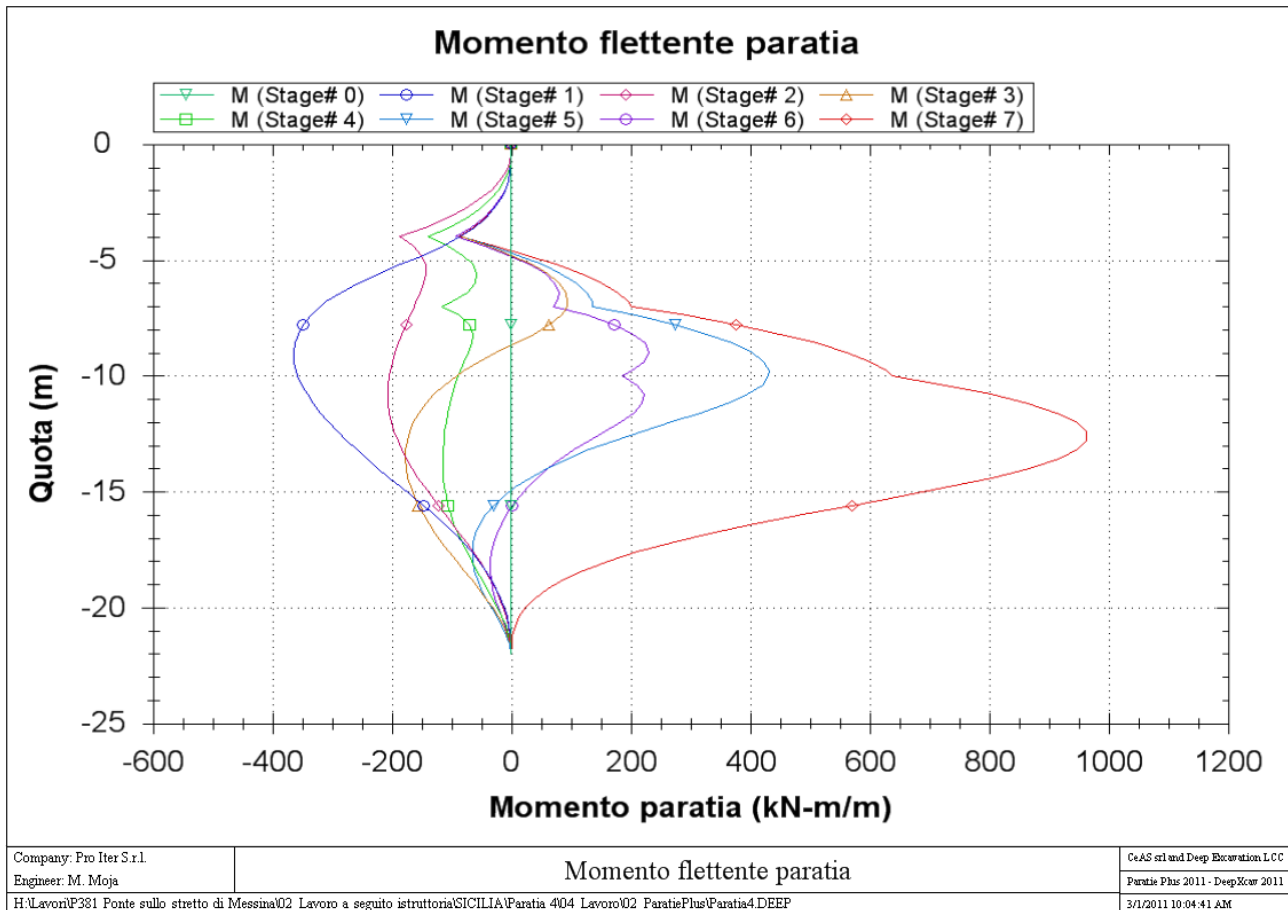
Rev  
F0

Data  
20/06/2011



Comb1 (A1+M1+R1)



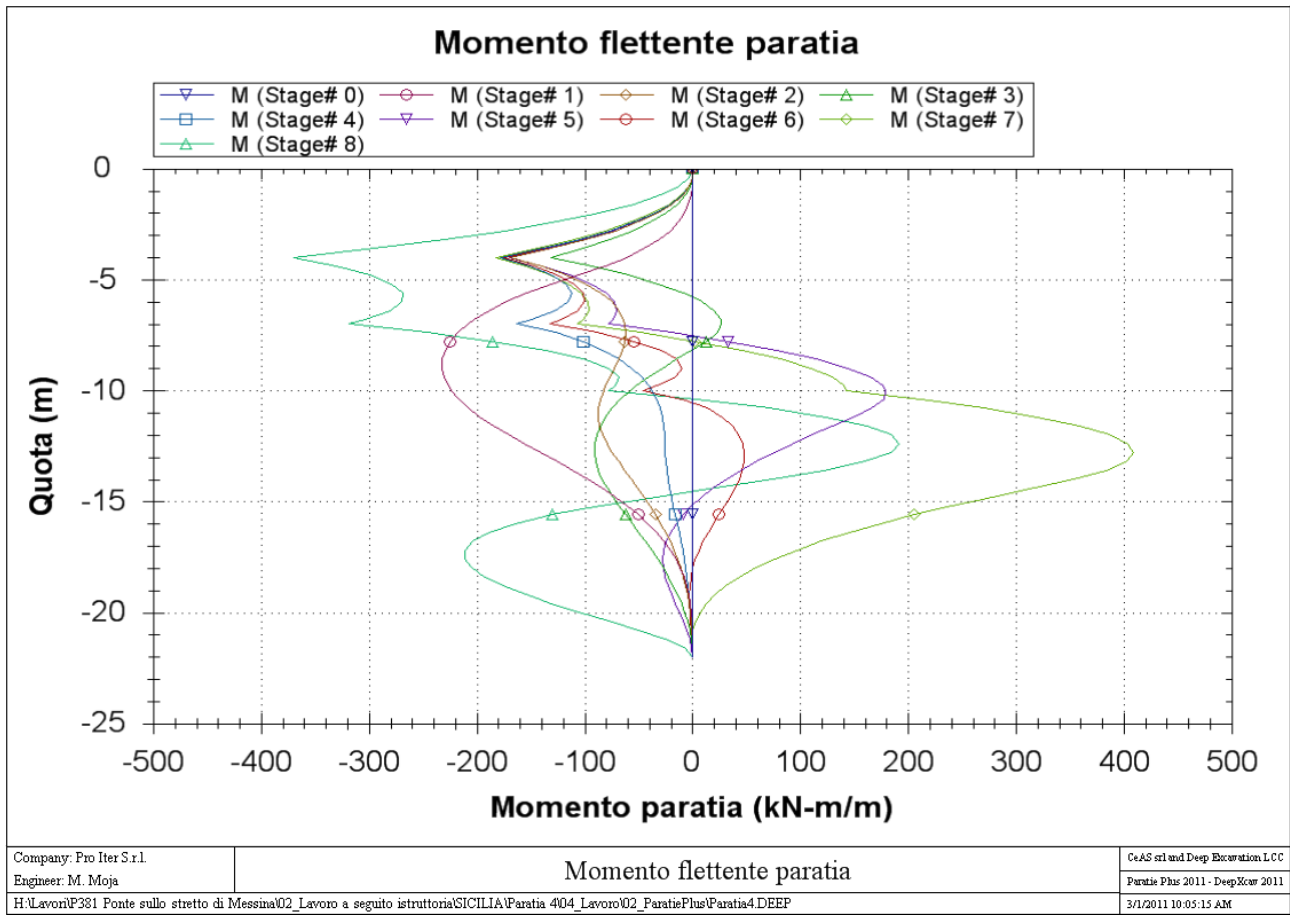
Comb2 (A2+M2+R1)



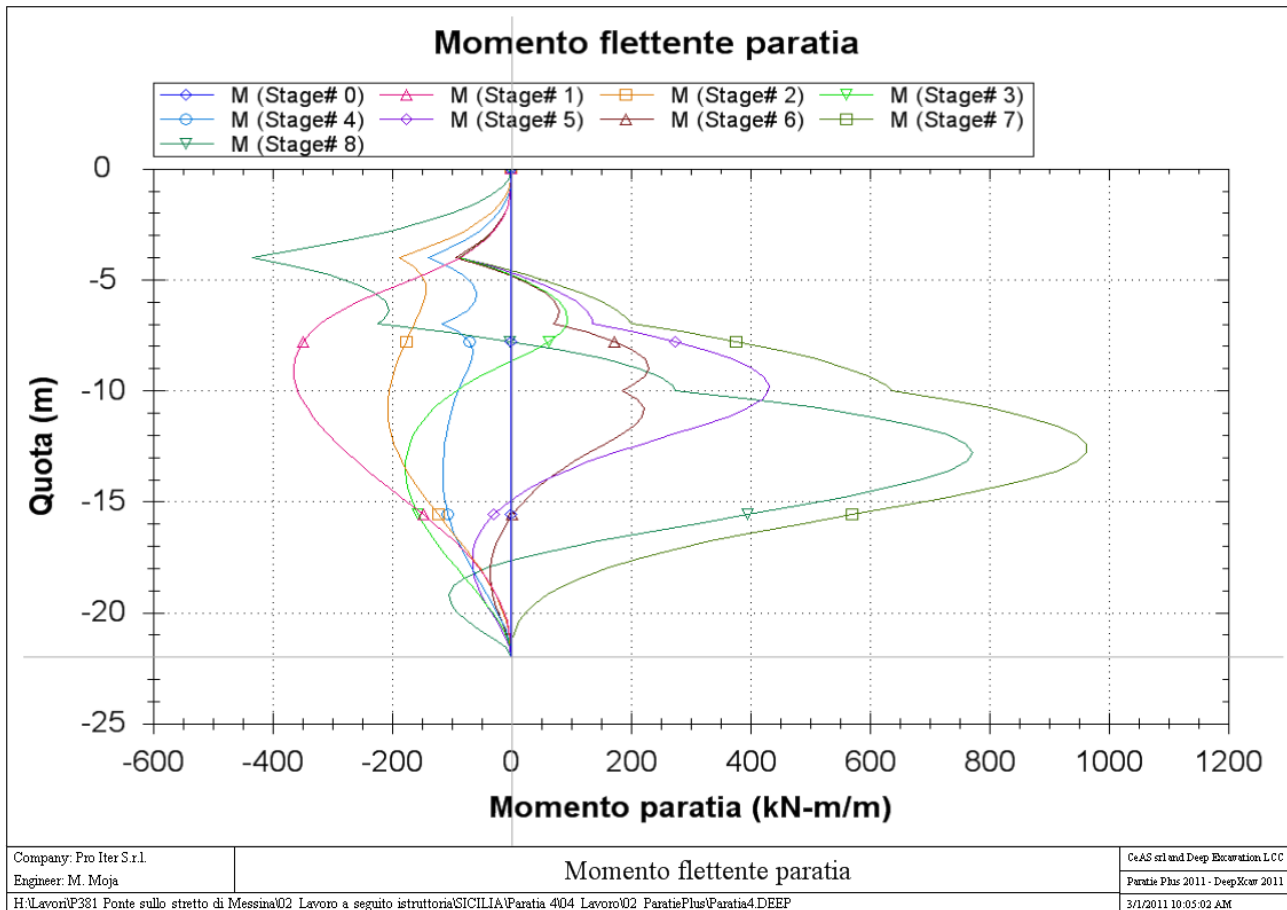




		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)

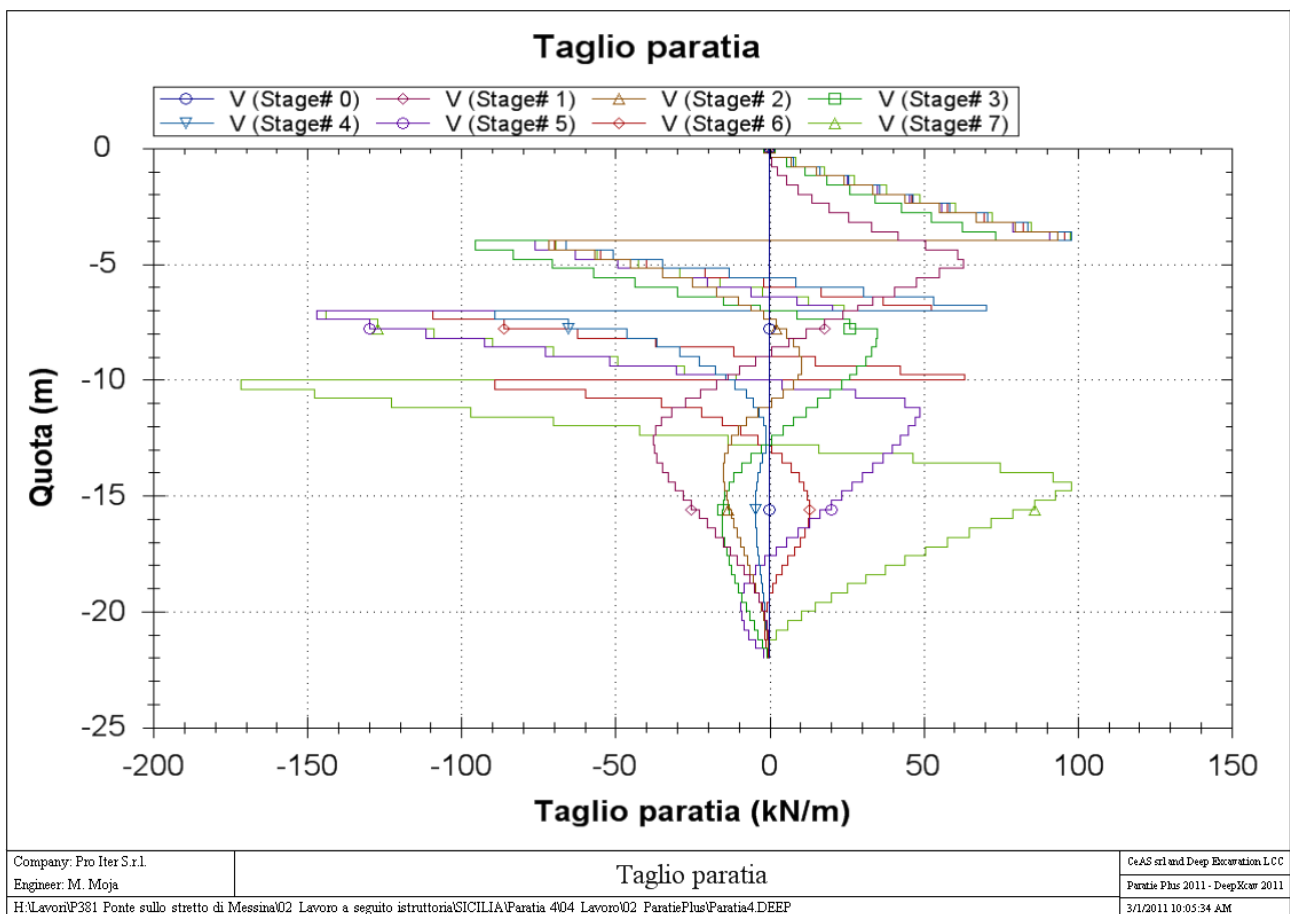


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

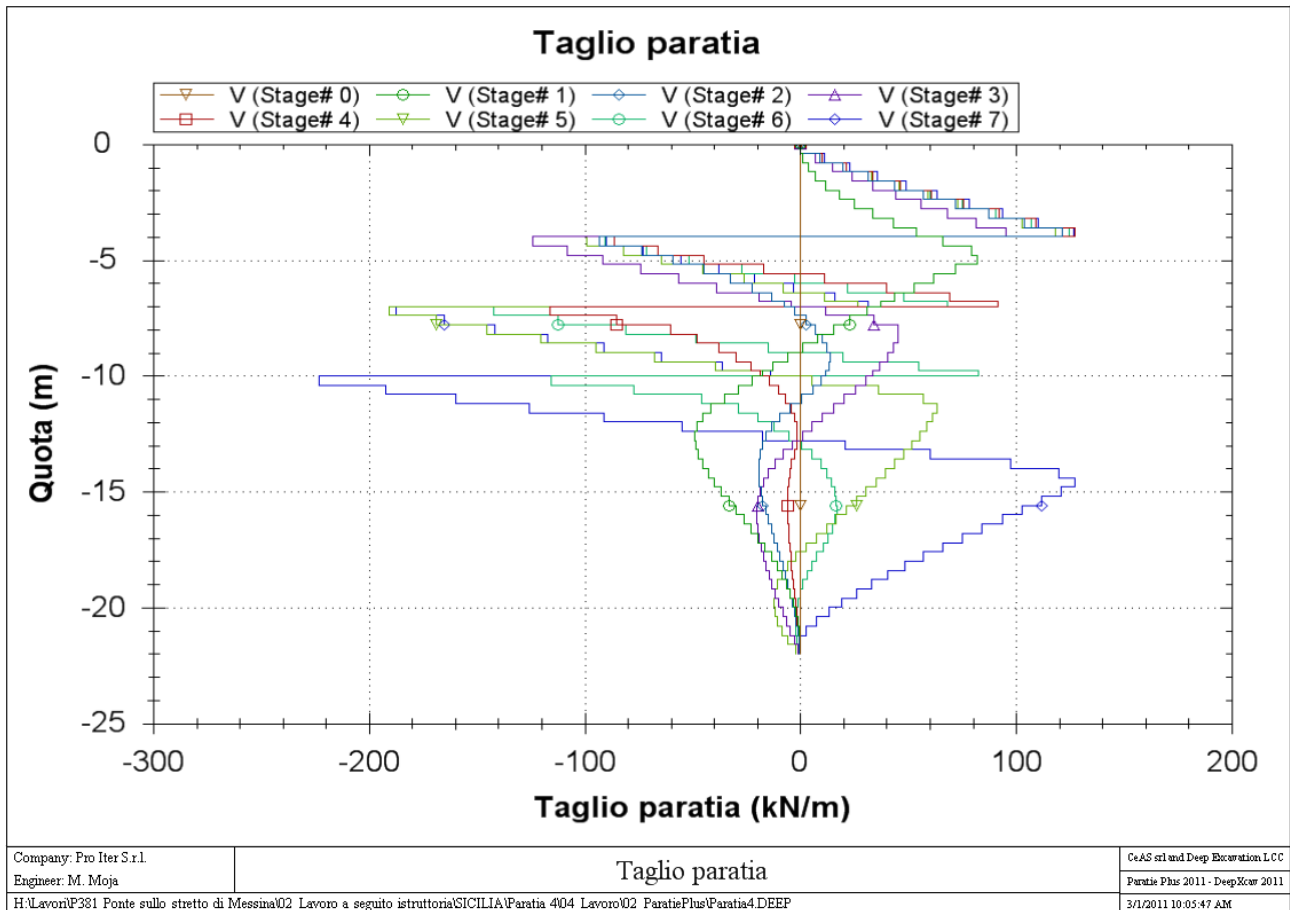
#### 10.4.1.2 Diagrammi dell'azione tagliante

Di seguito si riportano i diagrammi dell'azione tagliante nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.

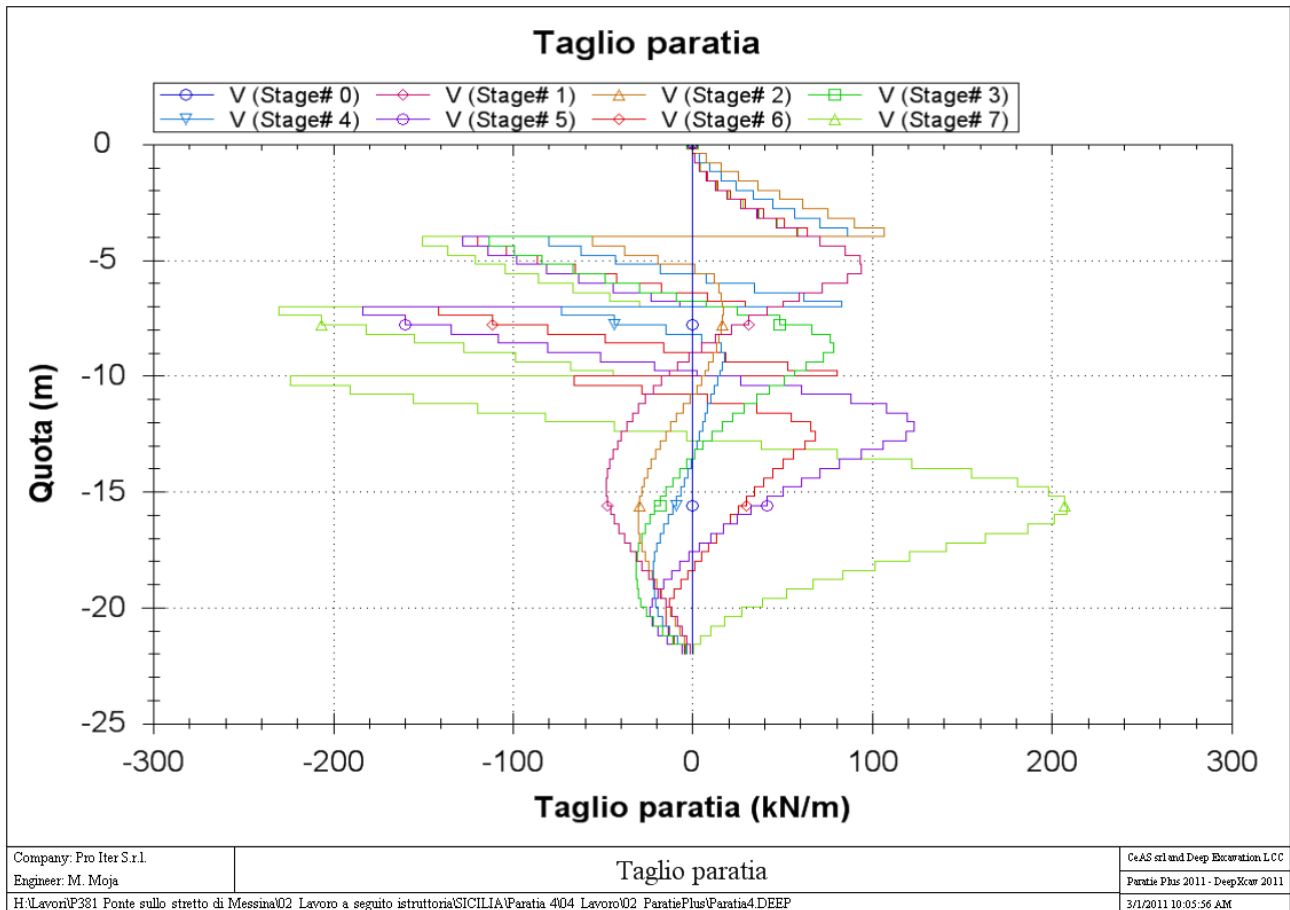
#### SLE



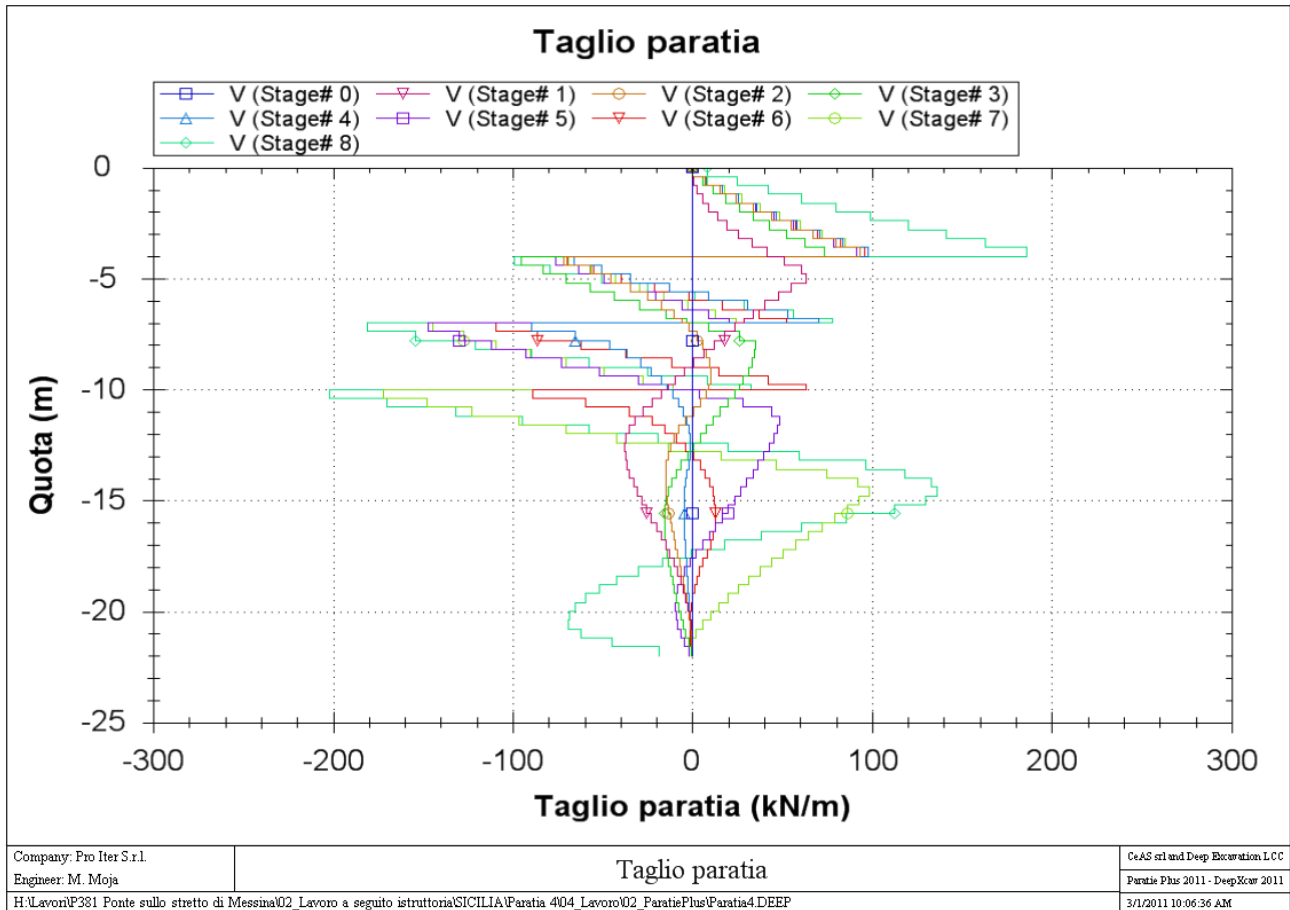
Comb1 (A1+M1+R1)



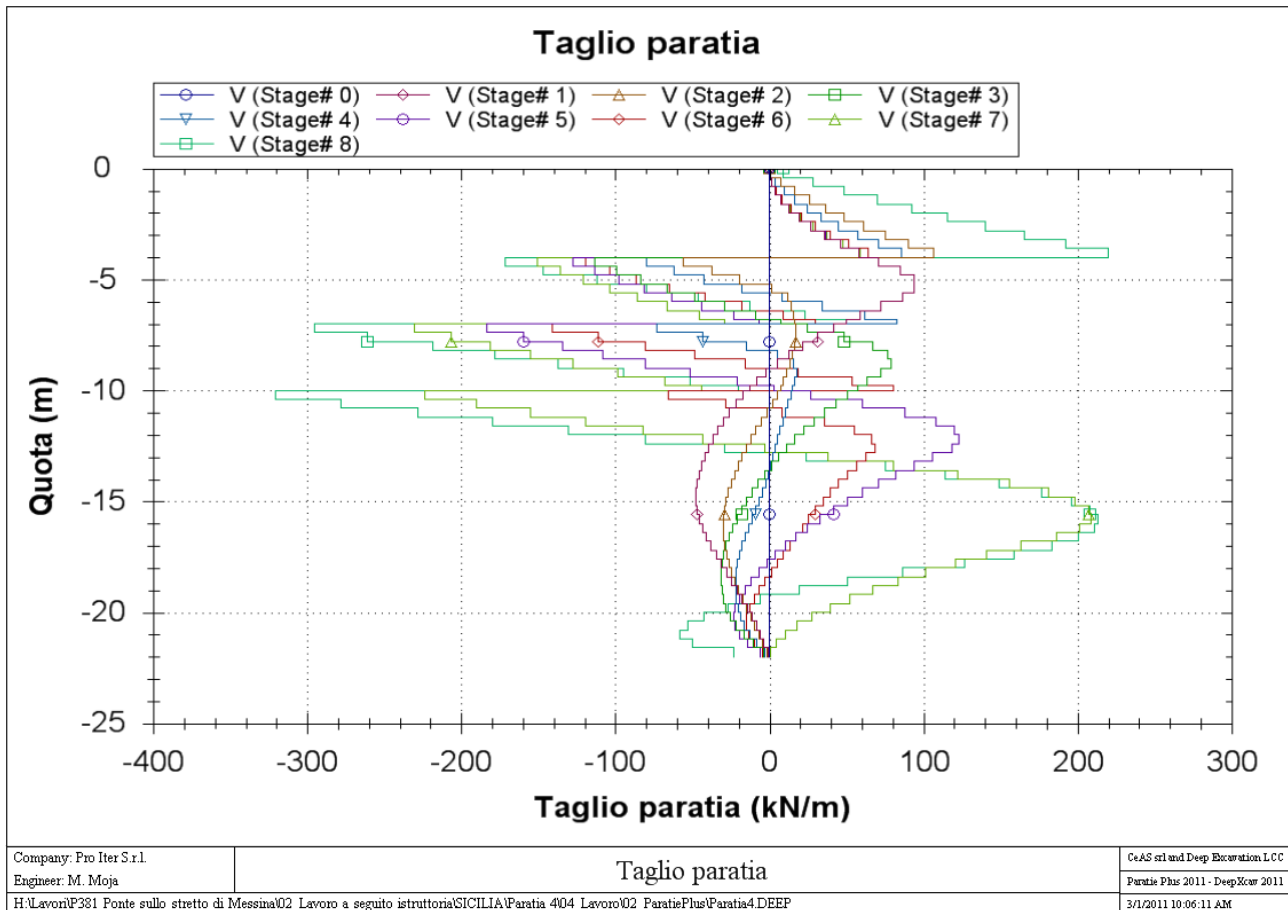
Comb2 (A2+M2+R1)





Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)



Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)

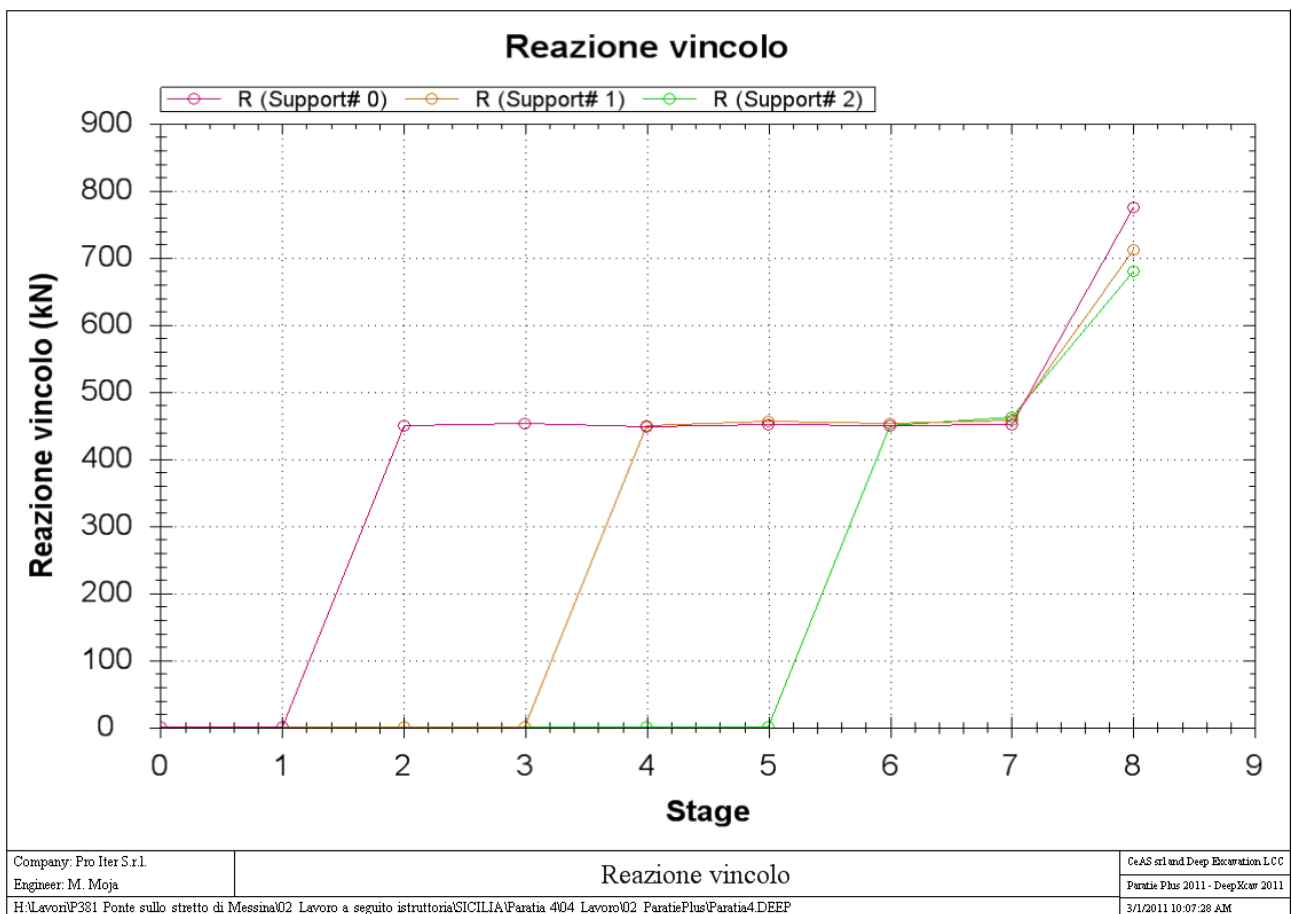


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011



### 10.4.1.3 Storia di carico dei tiranti

Di seguito si riporta la storia di carico dei tiranti nelle diverse combinazioni per metro lineare di paratia.

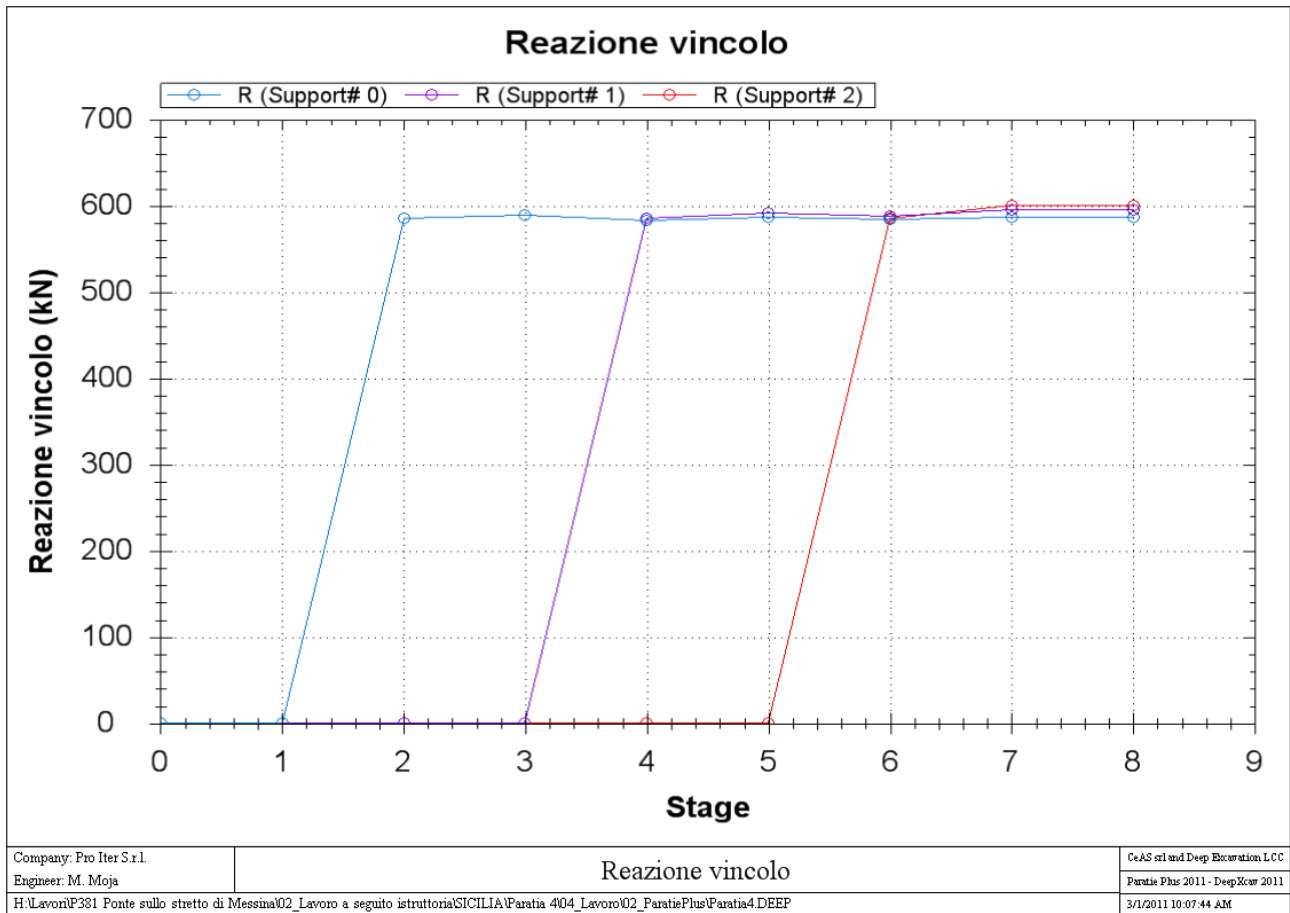
#### SLE



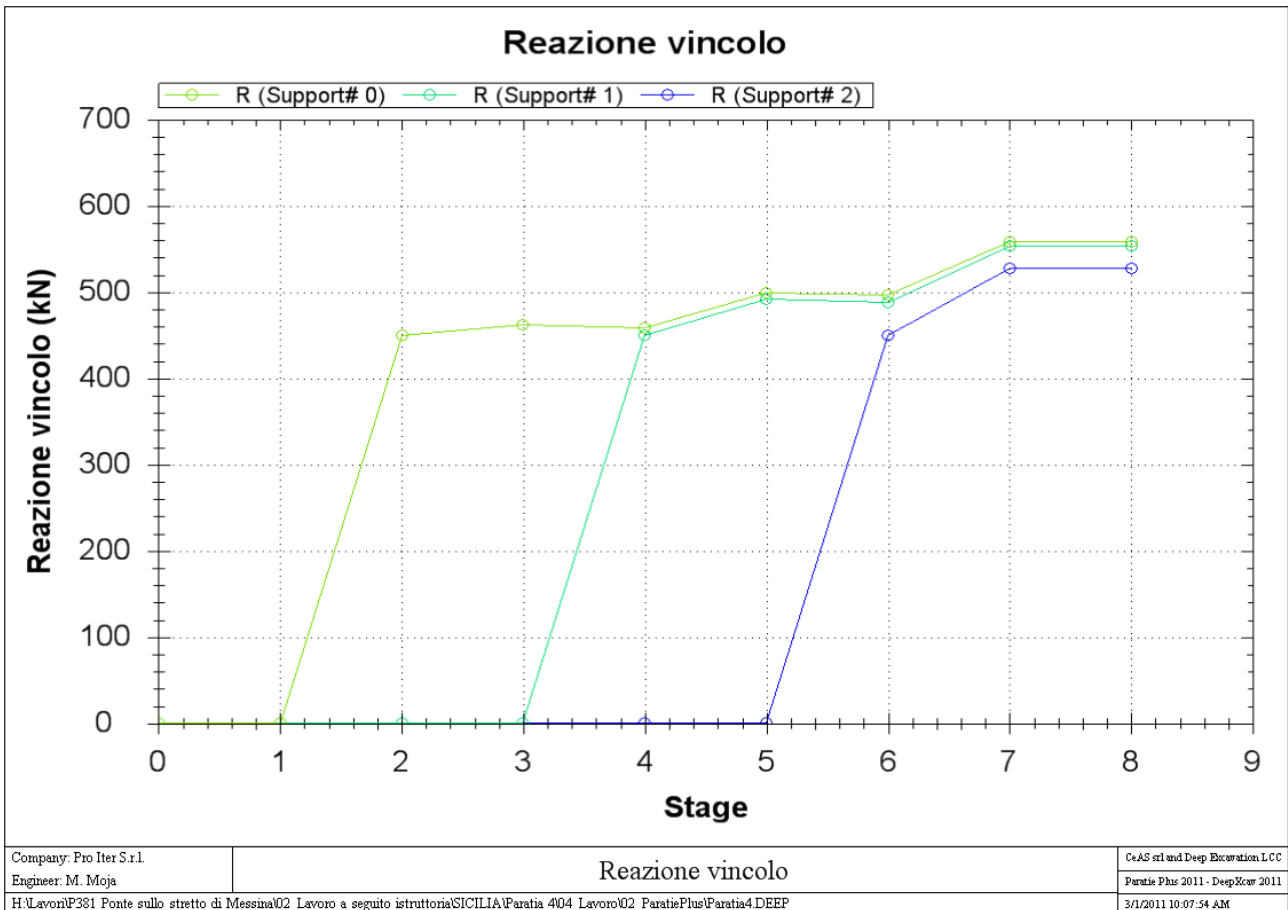


		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

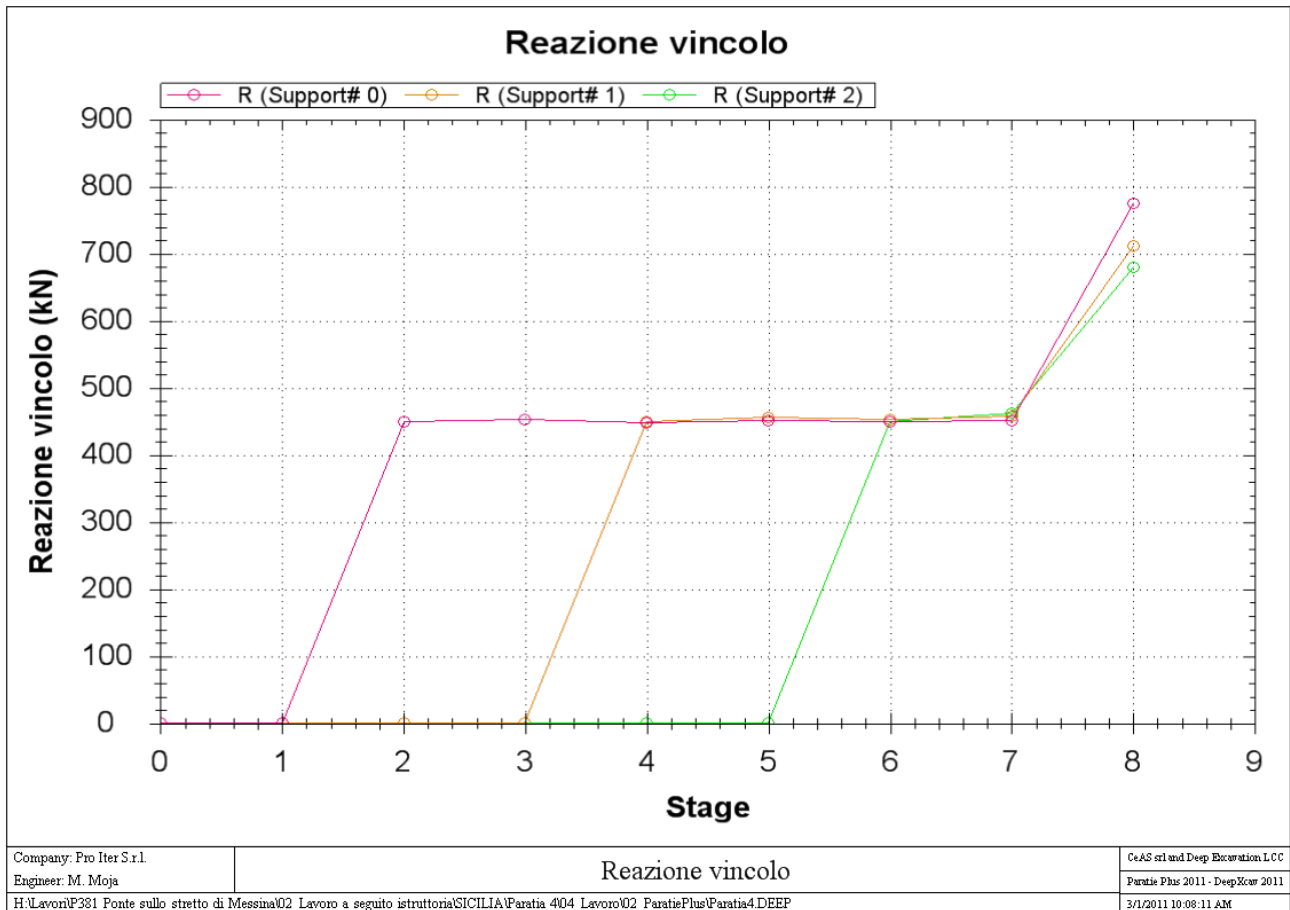
Comb1 (A1+M1+R1)





Comb2 (A2+M2+R1)

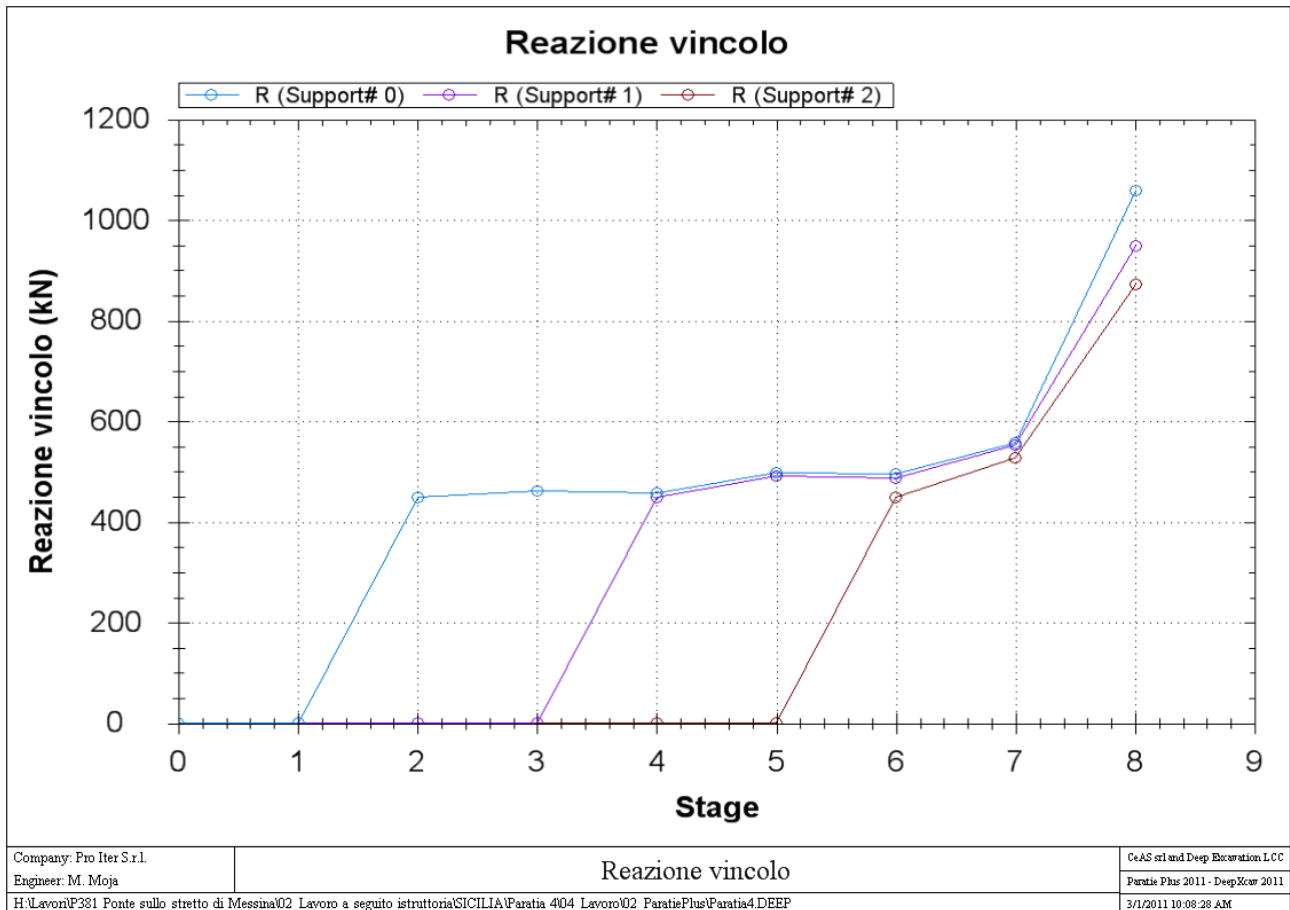




Comb EQK - STR (A1=1+M1+R1)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

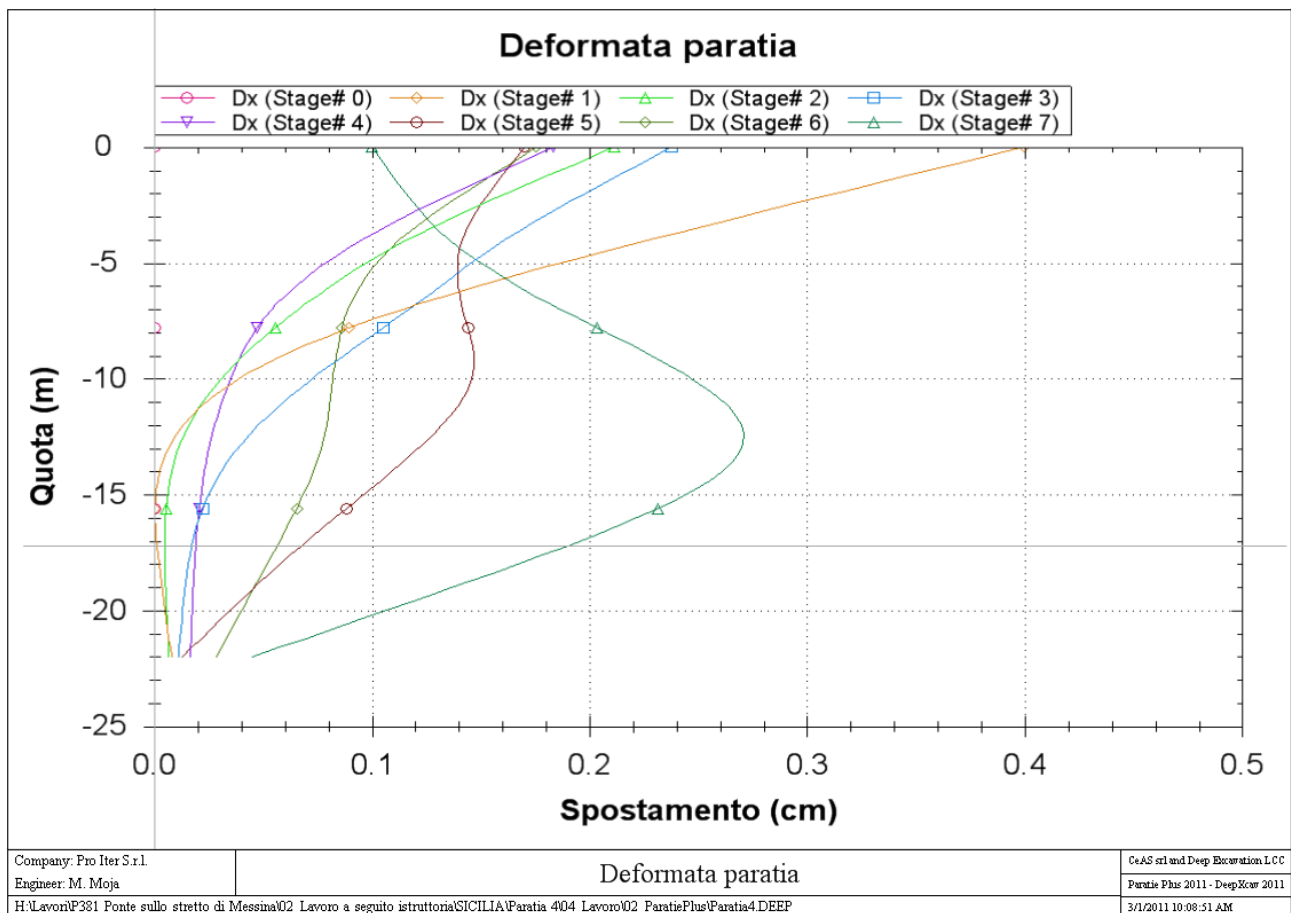
**Comb EQK - GEO (A2=1+M2+R1)**



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

#### 10.4.1.4 Diagrammi delle deformazioni

Di seguito si riportano i diagrammi delle deformazioni allo S.L.E. per metro lineare di paratia.



Il valore massimo di spostamento pari a circa 0.4cm è ritenuto ammissibile per l'opera in progetto e per la tipologia di terreno presente in sito.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

## 11 VERIFICHE

### 11.1 Verifiche dei diaframmi

Le verifiche vengono effettuate agli stati limite ultimi confrontando le sollecitazioni massime fornite dal programma, nello stage più sfavorevole, con il dominio di progetto dei diaframmi.

#### 11.1.1 Verifiche allo SLU - Flessione

A favore di sicurezza, la verifica del diaframma nel confronto delle sollecitazioni flettenti è stata effettuata trascurando l'azione assiale.

#### 11.1.2 Verifiche allo SLU - Taglio

Si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto nel D.M. 14/01/2008 al punto 4.1.2.1.3.1.

Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU (corrispondente alla massima sollecitazione a taglio di progetto), si verifica controllando che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd} = \max \left\{ \left( 0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d ; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \quad v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad \rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$$

dove:

$d$  | altezza utile della sezione espressa in mm  
 $b_w$  | larghezza minima della sezione espressa in mm

Qualora la verifica non andasse a buon fine è necessario ricorrere ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al punto 4.1.2.1.3.2 del già citato D.M.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio-trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio-compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{\cot \alpha + \cot \vartheta}{1 + \cot^2 \vartheta}$$

La resistenza a taglio dell'elemento strutturale è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha$$

Nelle precedenti espressioni, i nuovi parametri, introdotti rispetto al caso di elementi sprovvisti di armatura a taglio, assumono il seguente significato:

$\vartheta$	inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento con la limitazione $1.0 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$								
$\alpha$	inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento								
$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale								
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive								
$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima								
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativi pari a: <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td>1</td> <td>per membrane non compresse</td> </tr> <tr> <td><math>1 + \sigma_{cp}/f_{cd}</math></td> <td>per <math>0 \leq \sigma_{cp} &lt; 0.25 \cdot f_{cd}</math></td> </tr> <tr> <td>1.25</td> <td>per <math>0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}</math></td> </tr> <tr> <td><math>2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})</math></td> <td>per <math>0.5 \cdot f_{cd} &lt; \sigma_{cp} &lt; f_{cd}</math></td> </tr> </table>	1	per membrane non compresse	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$	1.25	per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$	$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$
1	per membrane non compresse								
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$								
1.25	per $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$								
$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 \cdot f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$								

In presenza di significativo sforzo assiale, come ad esempio nel caso della precompressione, è necessario considerare un'ulteriore limitazione relativa all'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:

$$\cot \vartheta_1 \leq \cot \vartheta$$

in cui:

$\vartheta_1$	angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato come $\cot \vartheta_1 = \tau / \sigma_1$
$\tau$	tensione tangenziale sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente
$\sigma_1$	tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione interamente reagente.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.1.3 Verifiche allo SLE

Le analisi allo stato limite di esercizio si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai limiti di normativa (punto 4.1.2.2.5 del D.M. 14/01/2008).

- Calcestruzzo compresso:
  - Comb. rara  $\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$  per cls Rck 30  $\rightarrow \sigma_c < 14.94 \text{ N/mm}^2$
  - Comb. quasi perm.  $\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$  per cls Rck 30  $\rightarrow \sigma_c < 11.21 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio teso
  - :Comb. rara  $\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$  per acciaio B450  $\rightarrow \sigma_s < 360.0 \text{ N/mm}^2$

### 11.1.4 Verifiche a fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al D.M. 14/01/2008.

Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi (riportati nella tabella 4.1.II del D.M. 14/01/2008):

- *Combinazioni di azioni:*
  - Frequente (indicata con FR);
  - Quasi Permanente (indicata con QP).
- *Condizioni ambientali:*
  - Ordinarie;
  - Aggressive;
  - Molto Aggressive.
- *Sensibilità delle armature alla corrosione:*
  - Sensibili (acciai da precompresso);
  - Poco sensibili (acciai ordinari).

Come criteri di scelta dello stato limite di fessurazione si fa riferimento alla tabella di seguito riportata.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi perman.	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
<b>b</b>	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi perman.	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
<b>c</b>	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi perman.	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 8: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione.

Si considerano i seguenti valori limite di apertura delle fessure:

- $w_1 = 0.2$  mm;
- $w_2 = 0.3$  mm;
- $w_3 = 0.4$  mm.

In base alla tabella 4.1.III del D.M. 14.01.2008, le classi di esposizione individuate per le opere in esame riconducono a condizioni ambientali del tipo "Ordinarie". Pertanto, secondo la tabella 4.1.IV:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione	Armatura poco sensibile	
			Stato Limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie (XC2)	Frequente	Apertura fessure	$\leq w_3 = 0.4$ mm
		Quasi permanente	Apertura fessure	$\leq w_2 = 0.2$ mm

Tabella 9: Apertura delle fessure considerata nel calcolo.

Il calcolo è condotto attraverso i seguenti passaggi:

- Valutazione della distanza media tra le fessure ( $\Delta_{sm}$ );
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura ( $\epsilon_{sm}$ );
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio e valore di calcolo).

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.2 Verifiche dei tiranti

I bulbi dei tiranti previsti dalla presente relazione saranno di tipo IRS con una valvola per ogni metro di lunghezza di fondazione. A causa del carattere permanente dei tiranti occorre provvedere ad una tripla protezione, del bulbo e della parte libera; il tratto libero dovrà essere protetto da uyna guaina, il tratto di fondazione dovrà avere una guaina corrugata e i trefoli dovranno essere interamente viplati.

### 11.2.1 Verifiche allo SLU

La sollecitazione di progetto  $T_{Ed}$  presente nei tiranti è stata assunta pari alla massima uscente dalle analisi, nella combinazione più sfavorevole tra la Comb1, Comb2 e Comb SISM.

La resistenza di progetto, viceversa, è pari a:

$$T_{Rd} = \frac{n_{tref}^{\circ} \cdot A_{tref} \cdot f_{p(1)k}}{\gamma_s} = \frac{n_{tref}^{\circ} \cdot 139 \cdot 1670}{1.15} = 201.85 \cdot n_{tref}^{\circ} [kN]$$

dove  $A_{tref}$  = Area del trefolo;

$\gamma_s$  = Fattore di sicurezza sull'acciaio;

$f_{p(1)k}$  = Resistenza a snervamento del trefolo.



### 11.2.2 Verifiche allo SLE

La verifica allo S.L.E. è atta a verificare che il tiro presente nei tiranti in esercizio sia inferiore al tiro ammissibile, pari a:

$$T_{ammissibile} = \min(0.85 \cdot f_{p(1)k} \cdot 0.9 ; 0.6 \cdot f_{ptk} \cdot 0.9) \cdot A_{tref} \cdot n_{tref} = 139.55 \cdot n_{tref}$$

### 11.2.3 Calcolo lunghezza libera

La lunghezza libera dei tiranti viene calcolata in fase statica imponendo che l'ancoraggio possa sviluppare interamente la spinta attiva, vale a dire che l'ancoraggio deve essere posizionato al di fuori della linea ideale di spinta dal fondo della paratia inclinata di  $45^{\circ} + \varphi/2$  sull'orizzontale (cioè esternamente al cuneo ideale di spinta). L'affondamento del tirante è stato prudenzialmente

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO	Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

aumentato di 0.2 volte l'altezza di scavo rispetto a quello calcolato geometricamente, come suggeriscono numerose raccomandazioni disponibili in bibliografia.

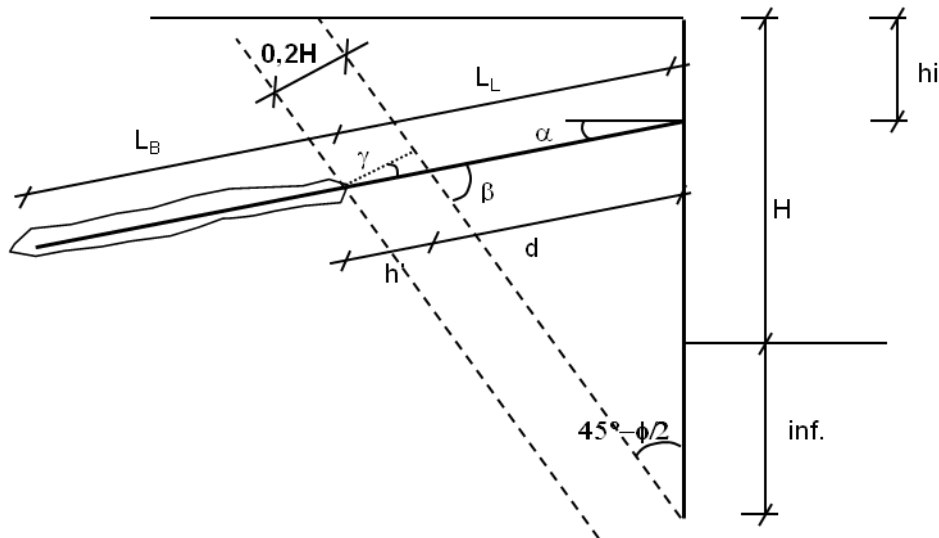


Figura 4: Schema di calcolo della lunghezza libera dei tiranti.

Con riferimento alla simbologia rappresentata in figura, la lunghezza libera dei tiranti è pari a:

$$L_{lib-sta} = d + h' = (H + inf - h_i) \cdot \frac{\sin\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)} + \frac{0.2 \cdot H}{\sin\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)}$$

dove:

$\alpha$  = inclinazione del tirante sull'orizzontale, pari a 5-10-15°;

H = altezza della scavo, pari a 13m;

$h_i$  = quota del tirante rispetto alla testa della paratia, pari a -4, -7 e -10m dalla testa-paratia;

$\varphi$  = angolo d'attrito dei livelli in sito, assunto pari a 38°.

La normativa prevede un allungamento della lunghezza libera dei tiranti rispetto alla lunghezza calcolata in fase statica in funzione della sismicità ed in particolare dell'accelerazione sismica di progetto  $a_{max}$ . La seguente relazione è stata adottata per il calcolo della minima lunghezza libera

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dei tiranti, tenendo conto anche della fase sismica.

$$L_{\text{lib-sism}} = L_{\text{lib-stat}} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{a_{\text{max}}}{g}\right)$$

#### 11.2.4 Calcolo lunghezza di fondazione

Il dimensionamento dei bulbi di fondazione è condotto nell'ottica dell'approccio A1+M1+R3. In particolare si verifica che il tiro di progetto  $T_{Ed}$  sia inferiore della resistenza di progetto del bulbo di ancoraggio ( $R_{ad}$ ) e che siano rispettate le gerarchie. Deve cioè essere verificato che la resistenza caratteristica al limite di snervamento ( $F_{yk}$ ) di ciascun tirante sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione ( $R_{ak}$ ).

Riassumendo si deve verificare che siano soddisfatte entrambe le disuguaglianze seguenti:

$$1\_ \quad T_{Ed} < R_{ad}$$

$$2\_ \quad R_{ak} < F_{yk}$$

dove:

$$R_{ak} = \pi \cdot \varnothing_{perf} \cdot L_{fond} \cdot \tau_{ak} \cdot \alpha$$

$$R_{ad} = \frac{R_{ak}}{\gamma_{Ra}}$$

$$F_{yk} = n^{\circ}_{tref} \cdot A_{tref} \cdot f_{p(l)k} = n^{\circ}_{tref} \cdot 139 \cdot 1670 = 232.13 \cdot n_{tref} [kN]$$

Il diametro di perforazione teorico  $\varnothing_{perf}$  è deducibile dalla seguente tabella, in funzione del numero di trefoli dei tiranti:

n° trefoli	1	2	3	4	5	6
$\varnothing_{perf}$ (cm)	10	12	12	14	14	16

Il fattore  $\alpha$ , funzione del terreno e delle modalità esecutive del bulbo di ancoraggio, è stato assunto pari a 1.5.

Non avendo a disposizione risultati di prove eseguite in sito, come le prove penetrometriche dinamiche, l'aderenza bulbo-terreno limite  $\tau_{a,c}$  è stata valutata esaminando i dati ritrovati in letteratura, tenendo conto che il terreno in sito è prettamente granulare. Per terreni tipo: sabbia medio fine compatta la tensione tangenziale limite di aderenza malta-terreno varia da 0.2MPa a

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

0.6MPa. Nel caso in oggetto è stato considerato cautelativamente  $\tau_{a,c} = 250-300kPa$ , rispettivamente come valore minimo e medio.

Tali valori sono stati fattorizzati in funzione del numero di verticali indagate, mediante i coefficienti  $\xi_3$  e  $\xi_4$  riportati nella tabella 6.6.III delle N.T.C. 2008:

<b>numero profili di indagine</b>	<b>2</b>
$\xi_{a3}$	1.75
$\xi_{a4}$	1.7

In definitiva, la resistenza caratteristica di attrito terreno-bulbo è fornita dalla seguente relazione:

$$\tau_{ak} = \min\left(\frac{\tau_{a,c-medio}}{\zeta_3}; \frac{\tau_{a,c-min}}{\zeta_4}\right) = \min\left(\frac{300kPa}{1.75}; \frac{250kPa}{1.7}\right) = 150kPa$$

Il coefficiente sulle resistenze  $\gamma_{Ra}$ , come descritto nel capitolo 7, è pari a 1.1 e 1.2, rispettivamente per i tiranti provvisori e per i tiranti permanenti.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 11.3 Verifiche Sezione S1 - Diaframmi

Nella seguente tabella si riportano le sollecitazioni massime di progetto per metro di paratia fuori piano e di ciascun diaframma.

Combinazione	M [kN·m/m]	V [kN/m]	M <sub>d</sub> [kN·m]	V <sub>d</sub> [kN]
SLE	408.9	171.7	1022.2	429.2
Comb1	531.5	223.2	1328.8	557.9
Comb2	963.8	230.6	2409.5	576.5
Comb EQK - STR	408.9	201.8	1022.15	504.5
Comb EQK - GEO	963.8	320.5	2409.52	801.2

Tabella 10: Sollecitazioni massime nel diaframmi – Sezione S1.

#### 11.3.1 Verifiche allo SLU - Flessione

Si considera un'armatura doppia simmetrica costituita da barre  $\Phi 26$  disposte su due strati (uno in zona tesa e uno in zona compressa) comprendenti 12 barre ognuno, copriferro 8cm. Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma STS.

##### METODO SEMIPROBABILISTICO - VERIFICA A ROTTURA

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
 Unità di misura: (cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 250.0  
 h2 120.0 b3 250.0

Descrizione dell'armatura normale

12  $\varnothing 26$  mm posizionati a 10.4 cm da intradosso  
 12  $\varnothing 26$  mm posizionati a 109.6 cm da intradosso

Area armatura normale = 12742.3 (mm<sup>2</sup>) a 60.0 cm da intrad.

Caratteristiche Fisico-Elastiche dei materiali

Modulo Elastico acciaio normale = 210000.0 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Modulo Elastico calcestruzzo = 31176.9 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica del calcestruzzo:  $R_{ck}$  = 30.00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Resistenza cubica iniziale (alla tesatura):  $R_{ckj}$  = 20.00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Soglia di snervamento acciaio normale:  $F_{yk}$  = 450.00 (N/mm<sup>2</sup>)

Ipotesi di calcolo

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Legge costitutiva del calcestruzzo : Parabola Rettangolo  
Accorciamento ultimo a flessione = 0.3500 %  
Accorciamento ultimo a compress. = 0.2000 %  
Legge costitutiva dell'acciaio normale : Bilineare  
Allungamento ultimo acciaio normale = 7.500 %  
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo :  $\gamma_c = 1.500$   
Coefficiente di sicurezza acciaio :  $\gamma_s = 1.150$   
Termine di lunga durata :  $F_1 = 0.850$   
Rapporto  $R_{cyl}/R_{cubo}$ :  $F_2 = 0.830$   
Resistenza di progetto calcestruzzo :  $F_1 \cdot F_2 \cdot R_{cubo} / \gamma_c = 0.47 R_{cubo}$   
Resistenza di progetto dell'acciaio :  $F_{sd} = F_{yk} / \gamma_s = 0.87 F_{yk}$

#### Resistenze di progetto

Calcestruzzo = 14.11 (N/mm<sup>2</sup>)  
Acciaio normale = 391.30 (N/mm<sup>2</sup>)

#### Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

#### Condizione di carico 1

Momento di Progetto  $M_d = 2409.5$  (KN.m)  
Sforzo di Progetto  $N_d = 0.0$  (KN)  
Distanza asse neutro da lembo compresso = 9.8 (cm)  
Momento di Rottura  $M_r = 2650.0$  (KN.m)  
Sforzo di Rottura  $N_r = -0.2$  (KN)  
Rottura nel Dominio 3  
Rapporto  $M_r/M_d = 1.1$

### 11.3.2 Verifiche allo SLU – Taglio

#### **Caratteristiche dei materiali:**

Resistenza caratteristica a compressione cubica cls		<b>R<sub>ck</sub></b>	<b>=</b>	<b>30</b> N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica cls		<b>f<sub>ck</sub></b>	<b>=</b>	<b>25</b> N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del cls		<b>f<sub>cd</sub></b>	<b>=</b>	<b>14.17</b> N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione dell'acciaio		<b>f<sub>yd</sub></b>	<b>=</b>	<b>391.30</b> N/mm <sup>2</sup>

#### **Sollecitazioni di verifica (S.L.U.):**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente		<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>=</b>	<b>801.20</b> kN
Valore di calcolo della forza assiale associata a V <sub>Ed</sub>		<b>N (V<sub>Ed</sub>)</b>	<b>=</b>	<b>0.00</b> kN
Valore di calcolo del momento flettente associato a V <sub>Ed</sub>		<b>M (V<sub>Ed</sub>)</b>	<b>=</b>	<b>0.00</b> kNm

#### **Caratteristiche geometriche della sezione:**

Altezza utile della sezione		<b>d</b>	<b>=</b>	<b>1100</b> mm
Larghezza minima della sezione		<b>b<sub>w</sub></b>	<b>=</b>	<b>2500</b> mm

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

**Armatura della sezione in zona tesa:**

Diametro ferri longitudinali	$\emptyset$	=	26	mm
Numero tendini longitudinali utilizzati	n	=	12	--
Area totale di armatura longitudinale in zona tesa	$A_{st}$	=	6372	mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ )	$\rho_l$	=	0.0023	--

**VERIFICA SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO (§ 4.1.2.1.3.1)**

Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione ( $\leq 2$ )	k	=	1.43	--
Tensione dipendente dal fattore k e dalla resistenza del cls	$v_{min}$	=	0.30	N/mm <sup>2</sup>
Tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 \times f_{cd}$ )	$\sigma_{cp}$	=	0.00	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza ultima a taglio minima	$V_{Rd,min}$	=	819.85	kN
<b>Resistenza ultima a taglio (<math>V_{Rd} \geq V_{Rd,min}</math>)</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	=	<b>845.38</b>	<b>kN</b>

**VERIFICA SODDISFATTA:**

**non occorre armatura trasversale resistente a taglio.**

La verifica a taglio è soddisfatta senza armatura resistente.

### 11.3.3 Verifiche allo SLE

Di seguito si riportano le verifiche eseguite con il programma STS.

**VERIFICA DELLA SEZIONE**

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
 Unità di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 250.0  
 h2 120.0 b3 250.0

Descrizione dell'armatura normale

12  $\emptyset 26$  mm posizionati a 10.4 cm da intradosso  
 12  $\emptyset 26$  mm posizionati a 109.6 cm da intradosso

Area armatura normale =12742.3 (mm<sup>2</sup>) a 60.0 cm da intrad.

Convenzioni di segno

Sono positive le trazioni  
 Sono positivi i momenti che tendono l'intradosso sezione

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Condizione di carico 1



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Momento = 1022.2 (KN.m)  
Sforzo normale = 0.0 (KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -2.89 (N/mm<sup>2</sup>)  
Trazione massima nell'acciaio = 158.38 (N/mm<sup>2</sup>)  
Distanza asse neutro da lembo compresso = 23.6 (cm)  
Braccio di leva interno = 101.7 (cm)

### 11.3.4 Verifiche a fessurazione

Di seguito si riportano le verifiche eseguite con il programma STS.

#### CALCOLO AMPIEZZA TEORICA DELLE FESSURE

Sezione descritta con il metodo dei trapezi elementari

1 Trapezi elementari - 3 Parametri geometrici -  
Unita` di misura:(cm) - Elenco dei parametri ad iniziare dall'estradosso

b1 250.0  
h2 120.0 b3 250.0

Descrizione dell'armatura normale

12 ø26 mm posizionati a 10.4 cm da intradosso  
12 ø26 mm posizionati a 109.6 cm da intradosso

Area armatura normale =12742.3 (mm<sup>2</sup>) a 60.0 cm da intrad.

Armatura in barre ad aderenza migliorata

E' teso l'intradosso della sezione

Copriferro minimo di norma = 2.5 cm

Copriferro effettivo sezione = 9.1 cm

Interferro = 20.0 cm

Diametro massimo barre = 26.0 (mm)

Rapporto sforzo normale/momento = 0.0 cm<sup>-1</sup>

Trazione calcestruzzo di fessurazione ( $f_{ctm}$ ) = 26.0 kg/cm<sup>2</sup>

Momento di prima fessurazione ( $\sigma = 0.7 \cdot 1.2 \cdot f_{ctm}$ ) = 1.481E+03 (KN.m)

Momento di fessurazione ( $\sigma = f_{ctm}$ ) = 1.763E+03 (KN.m)

La verifica è soddisfatta in quanto il momento flettente allo SLE risulta inferiore al momento di prima fessurazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 11.4 Verifiche Sezione S1 – Tiranti

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi di tiro nei tiranti nelle diverse combinazioni:

ordine	Interasse [m]	Tiro nel tirante [kN]				
		SLE	Comb1	Comb2	Comb EQK STR	Comb EQK GEO
I	2.5	453	590	558	776	1059
II	2.5	458	596	554	712	948
III	2.5	462	600	528	680	872

Tabella 11: Forze massime nei tiranti – Sezione S1.

### 11.4.1 Verifica strutturale dei tiranti allo SLE

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{(SLE)}$ [kN]	$T_{amm}$ [kN]	$T_{(SLE)} < T_{amm}$
I	6	453	837	OK
II	5	458	700	OK
III	5	462	700	OK

Tabella 12: Verifiche tiranti SLE – Sezione S1.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{(SLE)} < T_{amm}$  in tutti gli ordini.

### 11.4.2 Verifiche strutturali dei tiranti allo SLU

Nel caso in esame risulta:

ordine	n° trefoli	$T_{Ed}$ [kN]	$T_{Rd}$ [kN]	$T_{Ed} < T_{Rd}$
I	6	1059	1210	OK
II	5	948	1010	OK
III	5	872	1010	OK

Tabella 13: Verifiche tiranti SLU – Sezione S1.

La verifica risulta soddisfatta in quanto  $T_{Ed} < T_{Rd}$  in tutti gli ordini.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	Rev F0	Data 20/06/2011

### 11.4.3 Calcolo lunghezza libera

Relativamente al caso in oggetto, le grandezze fondamentali sono riportate nella seguente tabella:

ordine	$h_{\text{tirante}}$ [m]	$L_{\text{lib-stat}}$ [m]	$L_{\text{lib-sism}}$ [m]	$L_{\text{lib-assunta}}$ [m]
I	-4	11.23	20.28	21
II	-7	9.54	17.23	18
III	-10	8.01	14.45	15

Tabella 14: Lunghezza libera dei tiranti - Sezione S1.

### 11.4.4 Calcolo lunghezza di fondazione



Nella seguente tabella si riporta per ciascun ordine di tiranti il numero di trefoli, il diametro teorico del bulbo di ancoraggio, la lunghezza del bulbo, il tiro di progetto e le verifiche descritte nei paragrafi precedenti. Il tiro di progetto è assunto pari al massimo tra il tiro nella combinazione<sup>1</sup> (statica e sismica) ed il tiro di collaudo, pari ad 1.2 volte il tiro in esercizio.

ordine	n° trefoli	$\Phi_{\text{perf}}$	$L_{\text{fond}}$ m	Verifica allo sfilamento del bulbo			Verifica delle gerarchie		
				$T_{\text{Ed}}$ kN	$R_{\text{ad min}}$ kN	$T_{\text{Ed}} < R_{\text{ad min}}$ kN	$R_{\text{ak min}}$ kN	$F_{\text{yk}}$ kN	$R_{\text{ak min}} < F_{\text{yk}}$ kN
I	6	160	<b>10</b>	<b>776</b>	924.00	<b>ok</b>	1108.80	1392.78	<b>ok</b>
II	5	140	<b>10</b>	<b>712</b>	808.50	<b>ok</b>	970.20	1160.65	<b>ok</b>
III	5	140	<b>10</b>	<b>680</b>	808.50	<b>ok</b>	970.20	1160.65	<b>ok</b>

Tabella 15: Verifica della lunghezza di fondazione dei tiranti - Sezione S1.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte. Si osserva inoltre che le verifiche, qui non riportate, sono soddisfatte considerando anche l'aderenza trefoli-malta cementizia.

In fase costruttiva andranno eseguiti opportuni campi prova per le verifiche sulla tenuta dei bulbi di ancoraggio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		Codice documento SS0456_F0.docx	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	Rev	Data	F0	20/06/2011
Rev	Data						
F0	20/06/2011						

## 12 ANALISI DI STABILITA'

Al fine di valutare le condizioni di stabilità globale del versante in cui si inserisce l'opera in progetto sono state condotte analisi di stabilità all'equilibrio limite con il metodo di Bishop. basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali. con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale.

Le analisi di stabilità sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche facendo riferimento alle indicazioni riportate in precedenza; in particolare si assume:

$$\gamma_r \geq 1.1$$

Il sisma è stato rappresentato da un'accelerazione orizzontale e una verticale nelle due direzioni possibili. nel seguito. però. sono riportati solo i risultati del caso più gravoso.

### 12.1 Sezione S1

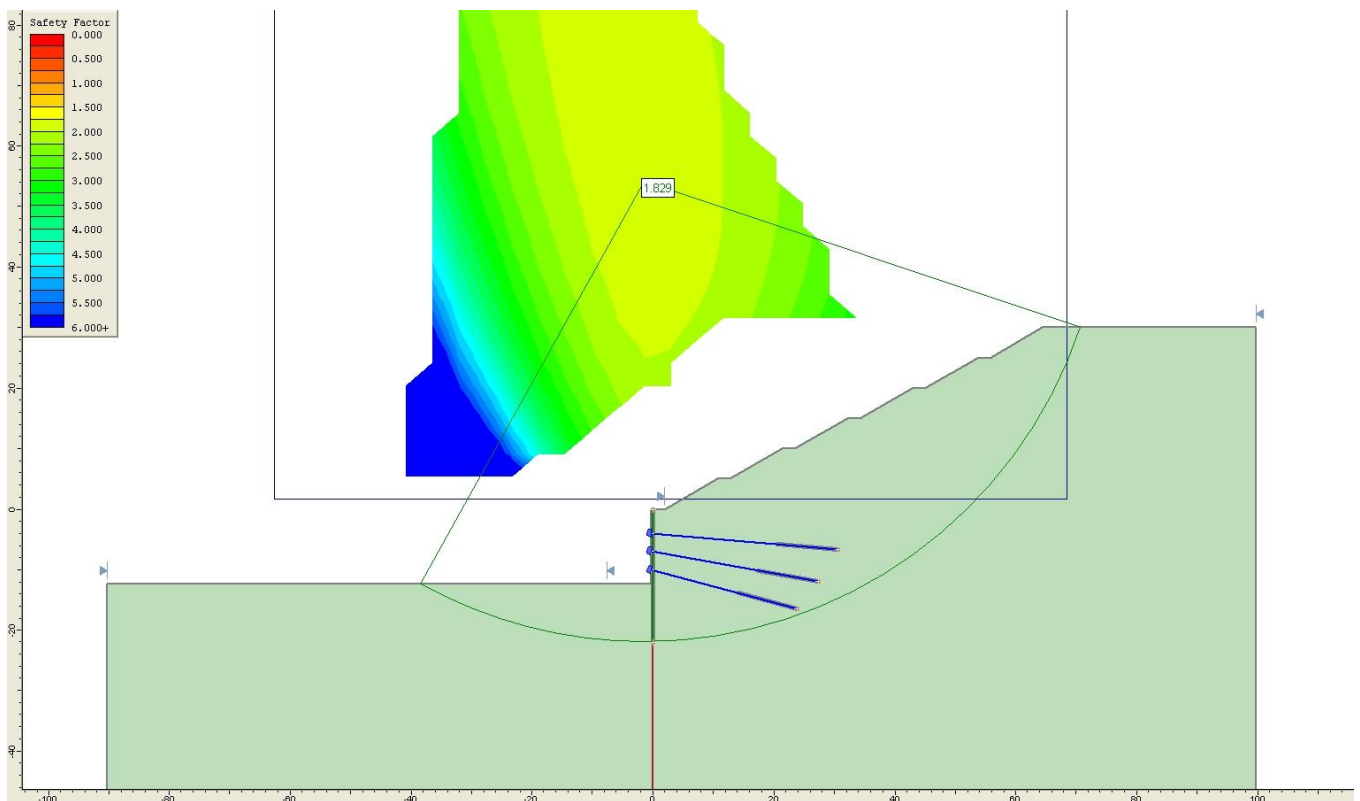


Figura 5: Analisi di stabilità caso statico: FS=1.829

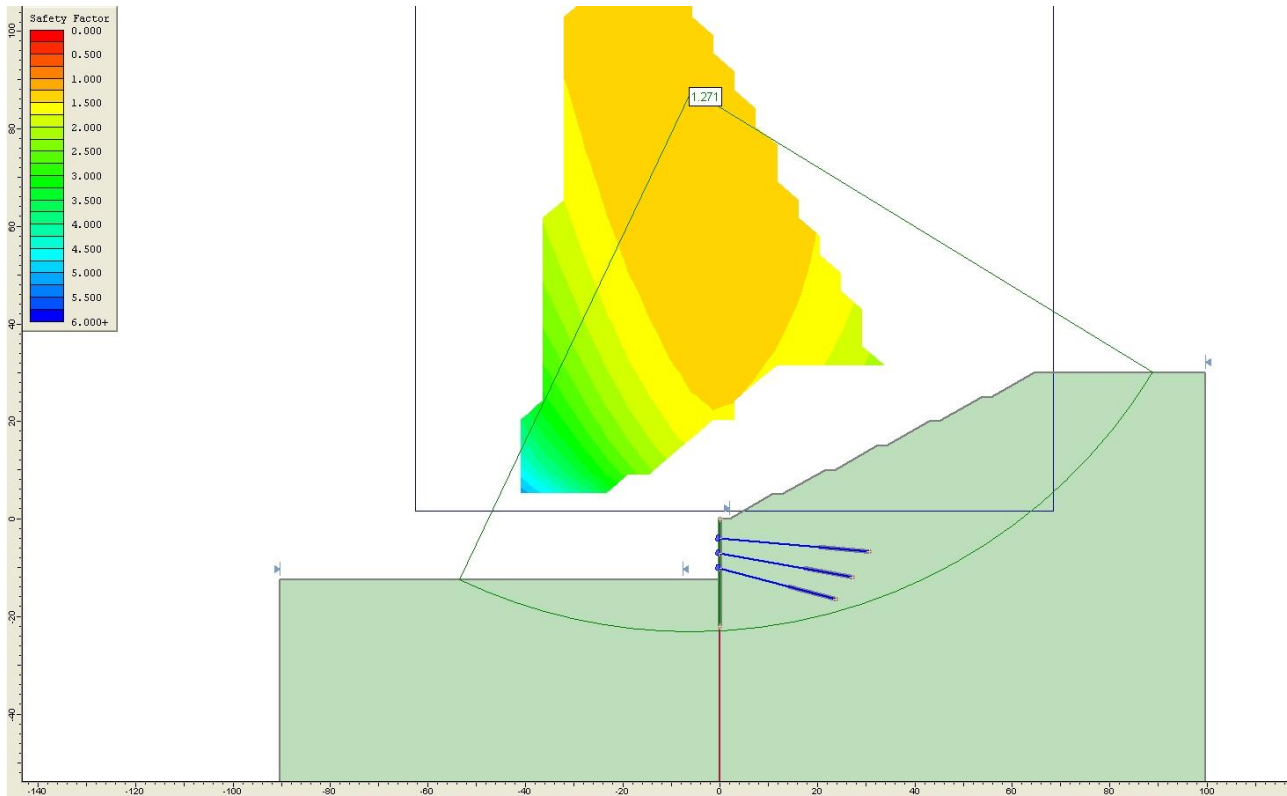


Figura 6: Analisi di stabilità caso sismico:  $FS=1.271$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 13 TABULATI DI CALCOLO

### 13.1 Sezione S1 – Input ParatiePlus2011

\*\*

\* PARATIE ANALYSIS FOR DESIGN SECTION:Base model

\* file name: H:\Lavori\P381 Ponte sullo stretto di Messina\02\_Lavoro a seguito istruttoria\SICILIA\Paratia 4\04\_Lavoro\02\_ParatiePlus\Paratia4.DEEP

\* Time: 3/1/2011 9:18:24 AM

\*1: Define General Calculation Settings

delta 0.4

unit m kN

option param itemax 40

\* User assumes that no tension behavior for slave elements can develop.

\*2. ADD GENERAL WALLS & DIMESIONS

wall Leftwall 0 -22 0 1

\*3.1 DEFINE SURFACE FOR LEFT WALL

soil 0\_L Leftwall -22 0 1 0

soil 0\_R Leftwall -22 0 2 180

\*4: DEFINE SOIL LAYER ELEVATIONS & STRENGTHS

\* BORING Stratigrafia

\*DATA FOR LAYER: 1, SOIL TYPE= 1, Ghiaie e sabbie di Messina 5m

Ldata L1 0

weight 18 8 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.5 1

Young 25000 75000

permeabil 0.0001

Endl

\*DATA FOR LAYER: 2, SOIL TYPE= 2, Ghiaie e sabbie di Mesina >5

Ldata L2 -5

weight 18 8 10

Resistance 0 38 0.238 4.204

atrest 0.384 0.8 1

Young 60000 180000

permeabil 0.1

Endl

\*5.1: DEFINE STRUCTURAL MATERIALS

\*START GENERAL MATERIALS

\* GENERAL CONCRETE MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH<sup>2</sup>

\*Concrete material: 0 Name= C20/25, E= 29962MPa

material CONC\_0\_C 29962000

\*Concrete material: 1 Name= C25/30, E= 31476MPa

material CONC\_1\_C 31476000

\*Concrete material: 2 Name= Fc 3ksi, E= 21541.8MPa

material CONC\_2\_F 21541800

\* GENERAL STEEL MEMBER MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH<sup>2</sup>

\*Steel material: 0 Name= Fe360, E= 206000MPa

material STEEL\_0\_ 206000000

\*Steel material: 1 Name= Fe510, E= 206000MPa

material STEEL\_1\_ 206000000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*Steel material: 2 Name= A36, E= 206000MPa  
material STEEL\_2\_206000000

\*Steel material: 3 Name= A50, E= 206000MPa  
material STEEL\_3\_206000000

\*Steel material: 4 Name= New steel 4, E= 206000MPa  
material STEEL\_4\_206000000

**\* GENERAL REBAR MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS**

\*Rebar material: 0 Name= S1860 (Strands fyk), E= 210000MPa  
material REB\_0\_S1 210000000

\*Rebar material: 1 Name= Grade 75, E= 200100MPa  
material REB\_1\_Gr 200100000

\*Rebar material: 2 Name= Grade 80, E= 200100MPa  
material REB\_2\_Gr 200100000

\*Rebar material: 3 Name= Grade 150, E= 200100MPa  
material REB\_3\_Gr 200100000

\*Rebar material: 4 Name= Strands 270 ksi, E= 200100MPa  
material REB\_4\_St 200100000

\*Rebar material: 5 Name= S410, E= 210000MPa  
material REB\_5\_S4 210000000

\*Rebar material: 6 Name= S500, E= 210000MPa  
material REB\_6\_S5 210000000

\*Rebar material: 7 Name= B450C, E= 210000MPa  
material REB\_7\_B4 210000000

**\* USER DEFINED MATERIALS - CONVERTED TO CONSISTENT UNITS WITH FORCE/LENGTH^2, USED FOR ANCHORS**

\*User material: 0 Name= Mat\_default, E= 29962MPa  
material USER\_0\_U 29962000

**\* END GENERAL MATERIALS**

\* 5.2 Define a very stiff material for rigid supports  
mate stiffMAT 100000000000

**\* 6.1 LEFT WALL STRUCTURAL PROPERTIES**

\*Calculate equivalent Diaphragm Wall Ixx,

\* Ewall= 31476 MPa, Stiffness Ixx= 36000000 cm4

\* Iequivalent= Ewall x Ixx x ConvEI / (Estandard x ConvEL x Wall Spacing) =>

\* Iequivalent= 31476 MPa x 36000000 cm4 x 1E-08/ (31476 x 1 x 2.5)= 0.144 (m^4/m)

\*Now calculate Equivalent Wall Thickness from Ixx/Length

\* Wall thick= (12 x Ixx/L)^(1/3) = (12 x 0.144)^(1/3) = 1.2 (m)

BEAM Leftwall\_BEAM Leftwall -22 0 CONC\_1\_C 1.2 00 00

**\* GENERATE BEAMS FROM ADDITIONAL WALL ELEMENTS**

**\*7.1: GENERATE SUPPORTS FOR LEFT WALL**

\*Tieback support at elevation -4 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 6-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness a/L= (Area/ConvA) / [Spacing x (Free Length + Fixed Length x Stiffness Ratio / 100)] =>

\*Stiffness a/L= (8.386cm2/10000cm2 /m2) / [2.5 m x (21 m + 50 x 10 m/100)] = 1.29015E-05

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_0 Leftwall -4 REB\_4\_St 1.29015E-05 180 5 0 0



\*Tieback support at elevation -7 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 5-Strands

\*Convert Tieback to Wire: Stiffness a/L= (Area/ConvA) / [Spacing x (Free Length + Fixed Length x Stiffness Ratio / 100)] =>

\*Stiffness a/L= (6.988cm2/10000cm2 /m2) / [2.5 m x (18 m + 50 x 10 m/100)] = 1.2153E-05

\*No yield limits specified for wire support

WIRE SPL\_1 Leftwall -7 REB\_0\_S1 1.2153E-05 180 10 0 0

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*Tieback support at elevation -10 for wall Leftwall modeled as a wire (with or without yielding limits), using section: 5-Strands  
\*Convert Tieback to Wire: Stiffness a/L= (Area/Conva) / [Spacing x (Free Length + Fixed Length x Stiffness Ratio / 100)] =>  
\*Stiffness a/L= (6.988cm<sup>2</sup>/10000cm<sup>2</sup> /m<sup>2</sup>) / [2.5 m x (15 m + 50 x 10 m/100)] = 1.3976E-05  
\*No yield limits specified for wire support  
WIRE SPL\_2 Leftwall -10 REB\_0\_S1 1.3976E-05 180 15 0 0

\*8.1: ADD WALL LOADS & PRESCRIBED CONDITIONS FOR LEFT WALL

\* END OF NODE ADDITION

- \* Simplified paratie surcharge modeling assumed by user.
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 0
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 1
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 2
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 3
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 4
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 5
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 6
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 7
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* 9.A 1st wall compute external wall surcharges. Stage 8
- \* Elasticity load factor that accounts for possible rigidity effects mElastic= 1
- \* Stage 8, Wall 0, SEISMIC Ax= 0.189 g, Az= 0g

\* SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS WITH MONONOBE-OKABE.

- \* Ground surface at EL= 0m
- \* Seismic pressures are applied to the wall bottom at EL= -22m
- \* Ax= 0.189g, Az= 0g, BetaWall= 0deg, AlphaSurface= 0deg
- \* Soil type 1, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: Ghiaie e sabbie di Messina 5m, at EL= 0m
- \* Soil is treated as impervious
- \* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 18, gd= 18
- \* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.347, Coulomb Ka.coul= 0.238
- \* Soil type 2, sample calculation for Mononobe Okabe, Soil type: Ghiaie e sabbie di Mesina >5, at EL= -5.2m
- \* Soil is treated as pervious
- \* FR= 38deg, Wall DFR= 0deg, gT= 18, gd= 18
- \* Mononobe-Okabe Ka.MO= 0.347, Coulomb Ka.coul= 0.238
- \* TOTAL HORIZONTAL SEISMIC THRUST DUE TO SOIL Feqk= 473.764kN/m
- \* Soil seismic surcharge at surface EQK.top= 2 x Feqk x / H = 2 x 473.764/22 = 43.069kPa
- \* Soil seismic surcharge at bottom EQK.bot= 0.6 x Feqk x / H = 2 x 473.764/22 = 1.175kPa
- \* HYDRODYNAMIC SEISMIC PRESSURES ADDED AS EXTERNAL LOADS WITH AUTO DETECTION BASED ON EC8 PERMEABILITY LIMITS.

\* Wall seismic inertia effects included, wall weight WL=30.27369 kN/m  
\* seismic inertia EQwl= WL x ax 5.72173 kN/m

\* 10: GENERATE ALL STEP/STAGES

\*START DATA FOR STAGE: 0 Name: Stage 0  
step 0 : Stage 0

setwall Leftwall



\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 0



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

```

* KaUH= KaHBase x [Coulomb_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599
* END LAYER 1 Stage : 0
* LAYER 2 Stage 0
* KaUH= KaHBase x [Coulomb_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599
* END LAYER 2 Stage : 0
* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.
*END 10.a

*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE
* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7
* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.
change L1 u-ka 0.321 Leftwall
change L1 u-kp 12.599 Leftwall
change L2 u-ka 0.321 Leftwall
change L2 u-kp 12.599 Leftwall
*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

*10.1 Generate left wall water elevations for stage 0
geom 0 0
water -30 0 -22 0 0

*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL
*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE
*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT
CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL
* END DATA FOR LEFT WALL

*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL
* 19: END SUPPORT REMOVAL

*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP
*END DATA FOR STAGE 0 NAME: Stage 0
*****
*****
*START DATA FOR STAGE: 1 Name: Stage 1
step 1 : Stage 1

setwall Leftwall

* DATA FOR LEFT WALL
setwall Leftwall

```

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.321/0.238 = 0.321$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 12.598 / 4.204 = 12.599$

\* END LAYER 1 Stage : 1

\* LAYER 2 Stage 1

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.321/0.238 = 0.321$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 12.598 / 4.204 = 12.599$

\* END LAYER 2 Stage : 1

\* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.

\*END 10.a

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 1  
geom 0 -4.5  
water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 1 NAME: Stage 1

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 2 Name: Stage 2

step 2 : Stage 2

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 2



\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.321/0.238 = 0.321$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

```

* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599
* END LAYER 1 Stage : 2
* LAYER 2 Stage 2
  * KaUH= KaHBase x [Coulomb_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599
* END LAYER 2 Stage : 2
* If Section 10.b is not specified then parameters are same as in previous stage.
*END 10.a

*10.1 Generate left wall water elevations for stage 2
geom 0 -4.5
water -30 0 -22 0 0

*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS
  ADD SPL_0

*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL
*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE
*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING
TO SIMPLIFIED APPROACH

*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL
* END DATA FOR LEFT WALL

*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL
* 19: END SUPPORT REMOVAL

*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP
*END DATA FOR STAGE 2 NAME: Stage 2
*****



*****
*START DATA FOR STAGE: 3 Name: Stage 3
step 3 : Stage 3

setwall Leftwall

* DATA FOR LEFT WALL
setwall Leftwall
*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes
* LAYER 1 Stage 3
  * KaUH= KaHBase x [Coulomb_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321
* KpDH= KpHBase x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204
* KaDH= KaHBase x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238
* KpUH= KpHBase x [Coulomb_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>
* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599

*10.1 Generate left wall water elevations for stage 3
geom 0 -7.5

```

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 3 NAME: Stage 3

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 4 Name: Stage 4

step 4 : Stage 4

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 4

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.321 / 0.238 = 0.321$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 4.204 / 4.204 = 4.204$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238 / 0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 12.598 / 4.204 = 12.599$

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 4

geom 0 -7.5

water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

ADD SPL\_1

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL



\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

\*END DATA FOR STAGE 4 NAME: Stage 4

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 5 Name: Stage 5

step 5 : Stage 5

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 5

\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321

\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204

\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238

\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 5

geom 0 -10.5

water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL

\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL

\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 5 NAME: Stage 5

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 6 Name: Stage 6

step 6 : Stage 6

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 6

\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321

\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>



\* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204

\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238

\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 6  
geom 0 -10.5  
water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS  
ADD SPL\_2

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 6 NAME: Stage 6

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 7 Name: Stage 9

step 7 : Stage 9

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 7

\* KaUH= KaHBase x [Coulomb\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaUH = 0.238 x 0.321/0.238 = 0.321

\* KpDH= KpHBase x [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpDH = 4.204 x 4.204 /4.204 = 4.204

\* KaDH= KaHBase x [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KaDH = 0.238 x 0.238/0.238 = 0.238

\* KpUH= KpHBase x [Coulomb\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)]=>

\* KpUH = 4.204 x 12.598 /4.204 = 12.599

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 7

geom 0 -13.5

water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS



\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 7 NAME: Stage 9

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*START DATA FOR STAGE: 8 Name: Stage 10

step 8 : Stage 10

setwall Leftwall

\* DATA FOR LEFT WALL

setwall Leftwall

\*10.a: DESCRIBE Kp, Ka Changes for this stage due to Defined Wall Friction, Slope or Strength Code Changes

\* LAYER 1 Stage 8

\*  $KaUH = KaHBase \times [Coulomb\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaUH = 0.238 \times 0.321/0.238 = 0.321$

\*  $KpDH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0, Ax= 0.189g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpDH = 4.204 \times 3.867 / 4.204 = 3.867$

\*  $KaDH = KaHBase \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KaDH = 0.238 \times 0.238/0.238 = 0.238$

\*  $KpUH = KpHBase \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 25, Ax= 0.189g)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>$

\*  $KpUH = 4.204 \times 12.274 / 4.204 = 12.274$

\*10b: START GENERATE SOIL PROPERTY CHANGE COMMANDS FOR STAGE

\* These changes might be associated with the use of a Strength reduction code such as EUR 7

\* or with the user changing from drained to undrained in this stage etc.

change L1 u-kp 12.274 Leftwall

change L1 d-kp 3.867 Leftwall

change L2 u-kp 12.274 Leftwall

change L2 d-kp 3.867 Leftwall

\*10a: END GENERATING CHANGES FOR STAGE.

\*10.1 Generate left wall water elevations for stage 8

geom 0 -13

water -30 0 -22 0 0

\*11: ADD LEFT WALL SUPPORTS

\*13.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES NOT FROM LOADS DIRECTLY LOADING THE WALL

\*NOTE: SEISMIC PRESSURES ARE ADDED FOR THIS STAGE AS EXTERNAL PRESSURES, BASED ON CONVENTIONAL METHODS

\* DIRECTLY IN THE DLOAD COMMAND.

\* HYDRODYNAMIC EFFECTS, IF ANY, ADDED SEPARATELY.

\*13.2.1: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED FROM PARATIE ENGINE

\*13.2.1B: ADD LEFT WALL SURCHARGES CALCULATED OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE, FOR LOADS NOT CONFORMING TO SIMPLIFIED APPROACH

\*13.2.2: ADD LEFT WALL SEISMIC CALCULATED AS EXTERNAL OUTSIDE FROM PARATIE ENGINE

dload step Leftwall -0.4 39.7075 0 40.1773

dload step Leftwall -0.8 39.2376 -0.4 39.7075

dload step Leftwall -1.2 38.7678 -0.8 39.2376

dload step Leftwall -1.6 38.2979 -1.2 38.7678

dload step Leftwall -2 37.8281 -1.6 38.2979

dload step Leftwall -2.4 37.3582 -2 37.8281

dload step Leftwall -2.8 36.8884 -2.4 37.3582

dload step Leftwall -3.2 36.4185 -2.8 36.8884

dload step Leftwall -3.6 35.9487 -3.2 36.4185

dload step Leftwall -4 35.4788 -3.6 35.9487

dload step Leftwall -4.5 34.9915 -4 35.4788

dload step Leftwall -5 34.5042 -4.5 34.9915

dload step Leftwall -5.2 34.0693 -5 34.5042





**Ponte sullo Stretto di Messina**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

dload step Leftwall -5.6 33.5994 -5.2 34.0693  
dload step Leftwall -6 33.1296 -5.6 33.5994  
dload step Leftwall -6.4 32.6597 -6 33.1296  
dload step Leftwall -7 31.955 -6.4 32.6597  
dload step Leftwall -7.2 31.72 -7 31.955  
dload step Leftwall -7.5 31.3676 -7.2 31.72  
dload step Leftwall -8 30.7803 -7.5 31.3676  
dload step Leftwall -8.4 30.3105 -8 30.7803  
dload step Leftwall -8.8 29.8406 -8.4 30.3105  
dload step Leftwall -9.2 29.3708 -8.8 29.8406  
dload step Leftwall -9.6 28.9009 -9.2 29.3708  
dload step Leftwall -10 28.4311 -9.6 28.9009  
dload step Leftwall -10.5 27.8438 -10 28.4311  
dload step Leftwall -10.8 27.4914 -10.5 27.8438  
dload step Leftwall -11.2 27.0215 -10.8 27.4914  
dload step Leftwall -11.6 26.5517 -11.2 27.0215  
dload step Leftwall -12 26.0818 -11.6 26.5517  
dload step Leftwall -12.4 25.612 -12 26.0818  
dload step Leftwall -12.8 25.1421 -12.4 25.612  
dload step Leftwall -13 24.9072 -12.8 25.1421  
dload step Leftwall -13.5 24.3199 -13 24.9072  
dload step Leftwall -14 23.7326 -13.5 24.3199  
dload step Leftwall -14.4 23.2628 -14 23.7326  
dload step Leftwall -14.8 22.7929 -14.4 23.2628  
dload step Leftwall -15.2 22.3231 -14.8 22.7929  
dload step Leftwall -15.6 21.8532 -15.2 22.3231  
dload step Leftwall -16 21.3834 -15.6 21.8532  
dload step Leftwall -16.4 20.9135 -16 21.3834  
dload step Leftwall -16.8 20.4437 -16.4 20.9135  
dload step Leftwall -17.2 19.9738 -16.8 20.4437  
dload step Leftwall -17.6 19.504 -17.2 19.9738  
dload step Leftwall -18 19.0341 -17.6 19.504  
dload step Leftwall -18.4 18.5643 -18 19.0341  
dload step Leftwall -18.8 18.0944 -18.4 18.5643  
dload step Leftwall -19.2 17.6246 -18.8 18.0944  
dload step Leftwall -19.6 17.1547 -19.2 17.6246  
dload step Leftwall -20 16.6849 -19.6 17.1547  
dload step Leftwall -20.4 16.215 -20 16.6849  
dload step Leftwall -20.8 15.7452 -20.4 16.215  
dload step Leftwall -21.2 15.2753 -20.8 15.7452  
dload step Leftwall -21.6 14.8055 -21.2 15.2753  
dload step Leftwall -22 14.3356 -21.6 14.8055

\*13.3: ADD WALL SURCHARGES THAT ARE DIRECTLY ON THE LEFT WALL  
\* END DATA FOR LEFT WALL

\*19.1 EXAMINE IF SUPPORTS ARE REMOVED FOR LEFT WALL  
\* 19: END SUPPORT REMOVAL

\*20: ADD LATERAL LINE LOADS PLACED DIRECTLY ON WALL

ENDSTEP

\*END DATA FOR STAGE 8 NAME: Stage 10

\*\*\*\*\*

set country english

\*

\*



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>		<b>Codice documento</b> <i>SS0456_F0.docx</i>	<table border="1"> <tr> <td><b>Rev</b></td> <td><b>Data</b></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	F0	20/06/2011
<b>Rev</b>	<b>Data</b>						
F0	20/06/2011						

## 13.2 Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica

<u>Document Name</u>	Bond Strength: 80 kN/m
File Name: S1_Paratia4statico.sli	<u>Support: Diaframmi</u>
<u>Project Settings</u>	Diaframmi
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program	Support Type: Micro-Pile
Failure Direction: Right to Left	Force Application: Passive
Units of Measurement: SI Units	Out-of-Plane Spacing: 1 m
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m <sup>3</sup>	Pile Shear Strength: 819 kN
Groundwater Method: Water Surfaces	<u>List of All Coordinates</u>
Data Output: Standard	<u>External Boundary</u>
Calculate Excess Pore Pressure: Off	-90.300 -12.419
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off	-90.300 -62.419
Random Numbers: Pseudo-random Seed	99.700 -62.419
Random Number Seed: 10116	99.700 30.000
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3	64.400 30.000
<u>Analysis Methods</u>	55.650 25.000
Analysis Methods used:	53.650 25.000
Bishop simplified	44.900 20.000
Janbu simplified	42.900 20.000
Number of slices: 25	34.150 15.000
Tolerance: 0.005	32.150 15.000
Maximum number of iterations: 50	23.400 10.000
<u>Surface Options</u>	21.400 10.000
Surface Type: Circular	12.650 5.000
Search Method: Grid Search	10.650 5.000
Radius increment: 10	1.900 0.000
Composite Surfaces: Disabled	-0.300 0.000
Reverse Curvature: Create Tension Crack	-0.300 -12.419
Minimum Elevation: Not Defined	<u>Support</u>
Minimum Depth: Not Defined	0.000 0.000
<u>Material Properties</u>	0.000 -22.000
Material: Sabbie e ghieie di Messina	<u>Support</u>
Strength Type: Mohr-Coulomb	-0.300 -4.000
Unit Weight: 18 kN/m <sup>3</sup>	30.582 -6.702
Cohesion: 0 kPa	<u>Support</u>
Friction Angle: 32 degrees	-0.300 -10.000
Water Surface: None	23.848 -16.470
<u>Support Properties</u>	<u>Focus/Block Search Line</u>
<u>Support: Support 1</u>	0.000 -62.419
Support 1	0.000 -22.000
Support Type: Grouted Tieback	<u>Search Grid</u>
Force Application: Active	-62.610 1.714
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m	68.385 1.714
Tensile Capacity: 1000 kN	68.385 114.243
Plate Capacity: 1000 kN	-62.610 114.243
Bond length: 10.000 m	

### 13.3 Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase statica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
-62.610	1.714	66.950	-1000.00000	-58.243	106.741	141.303	-1000.00000
-62.610	5.465	68.369	-1000.00000	-58.243	110.492	144.729	-1000.00000
-62.610	9.216	69.960	-1000.00000	-58.243	114.243	148.170	-1000.00000
-62.610	12.967	71.712	-1000.00000	-53.877	1.714	58.865	-1000.00000
-62.610	16.718	73.614	-1000.00000	-53.877	5.465	60.473	-1000.00000
-62.610	20.469	75.654	-1000.00000	-53.877	9.216	62.267	-1000.00000
-62.610	24.220	77.822	-1000.00000	-53.877	12.967	64.229	-1000.00000
-62.610	27.971	80.107	-1000.00000	-53.877	16.718	66.346	-1000.00000
-62.610	31.722	82.499	-1000.00000	-53.877	20.469	68.603	-1000.00000
-62.610	35.473	84.989	-1000.00000	-53.877	24.220	70.986	-1000.00000
-62.610	39.223	87.569	-1000.00000	-53.877	27.971	73.483	-1000.00000
-62.610	42.974	90.231	-1000.00000	-53.877	31.722	76.084	-1000.00000
-62.610	46.725	92.969	-1000.00000	-53.877	35.473	78.777	-1000.00000
-62.610	50.476	95.775	-1000.00000	-53.877	39.223	81.554	-1000.00000
-62.610	54.227	98.644	-1000.00000	-53.877	42.974	84.406	-1000.00000
-62.610	57.978	101.570	-1000.00000	-53.877	46.725	87.327	-1000.00000
-62.610	61.729	104.550	-1000.00000	-53.877	50.476	90.308	-1000.00000
-62.610	65.480	107.577	-1000.00000	-53.877	54.227	93.345	-1000.00000
-62.610	69.231	110.649	-1000.00000	-53.877	57.978	96.433	-1000.00000
-62.610	72.982	113.761	-1000.00000	-53.877	61.729	99.566	-1000.00000
-62.610	76.733	116.911	-1000.00000	-53.877	65.480	102.740	-1000.00000
-62.610	80.484	120.096	-1000.00000	-53.877	69.231	105.952	-1000.00000
-62.610	84.235	123.312	-1000.00000	-53.877	72.982	109.199	-1000.00000
-62.610	87.986	126.558	-1000.00000	-53.877	76.733	112.477	-1000.00000
-62.610	91.737	129.831	-1000.00000	-53.877	80.484	115.783	-1000.00000
-62.610	95.488	133.130	-1000.00000	-53.877	84.235	119.116	-1000.00000
-62.610	99.239	136.451	-1000.00000	-53.877	87.986	122.473	-1000.00000
-62.610	102.990	139.795	-1000.00000	-53.877	91.737	125.853	-1000.00000
-62.610	106.741	143.158	-1000.00000	-53.877	95.488	129.252	-1000.00000
-62.610	110.492	146.541	-1000.00000	-53.877	99.239	132.671	-1000.00000
-62.610	114.243	149.941	-1000.00000	-53.877	102.990	136.107	-1000.00000
-58.243	1.714	62.886	-1000.00000	-53.877	106.741	139.560	-1000.00000
-58.243	5.465	64.394	-1000.00000	-53.877	110.492	143.028	-1000.00000
-58.243	9.216	66.081	-1000.00000	-53.877	114.243	146.509	-1000.00000
-58.243	12.967	67.934	-1000.00000	-49.511	1.714	54.897	-1000.00000
-58.243	16.718	69.938	-1000.00000	-49.511	5.465	56.618	-1000.00000
-58.243	20.469	72.083	-1000.00000	-49.511	9.216	58.530	-1000.00000
-58.243	24.220	74.354	-1000.00000	-49.511	12.967	60.613	-1000.00000
-58.243	27.971	76.742	-1000.00000	-49.511	16.718	62.852	-1000.00000
-58.243	31.722	79.236	-1000.00000	-49.511	20.469	65.229	-1000.00000
-58.243	35.473	81.825	-1000.00000	-49.511	24.220	67.731	-1000.00000
-58.243	39.223	84.502	-1000.00000	-49.511	27.971	70.344	-1000.00000
-58.243	42.974	87.258	-1000.00000	-49.511	31.722	73.057	-1000.00000
-58.243	46.725	90.086	-1000.00000	-49.511	35.473	75.858	-1000.00000
-58.243	50.476	92.979	-1000.00000	-49.511	39.223	78.738	-1000.00000
-58.243	54.227	95.932	-1000.00000	-49.511	42.974	81.688	-1000.00000
-58.243	57.978	98.939	-1000.00000	-49.511	46.725	84.702	-1000.00000
-58.243	61.729	101.995	-1000.00000	-49.511	50.476	87.773	-1000.00000
-58.243	65.480	105.096	-1000.00000	-49.511	54.227	90.895	-1000.00000
-58.243	69.231	108.238	-1000.00000	-49.511	57.978	94.063	-1000.00000
-58.243	72.982	111.418	-1000.00000	-49.511	61.729	97.272	-1000.00000
-58.243	76.733	114.632	-1000.00000	-49.511	65.480	100.519	-1000.00000
-58.243	80.484	117.878	-1000.00000	-49.511	69.231	103.800	-1000.00000
-58.243	84.235	121.154	-1000.00000	-49.511	72.982	107.112	-1000.00000
-58.243	87.986	124.456	-1000.00000	-49.511	76.733	110.452	-1000.00000
-58.243	91.737	127.783	-1000.00000	-49.511	80.484	113.817	-1000.00000
-58.243	95.488	131.133	-1000.00000	-49.511	84.235	117.206	-1000.00000
-58.243	99.239	134.504	-1000.00000	-49.511	87.986	120.616	-1000.00000
-58.243	102.990	137.894	-1000.00000	-49.511	91.737	124.046	-1000.00000
				-49.511	95.488	127.494	-1000.00000
				-49.511	99.239	130.959	-1000.00000
				-49.511	102.990	134.439	-1000.00000

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

-49.511	106.741	137.933	-1000.00000	-36.411	1.714	43.452	-114.00000		
-49.511	110.492	141.441	-1000.00000	-36.411	5.465	48.959	13.19020		
-49.511	114.243	144.960	-1000.00000	-36.411	9.216	56.048	9.93255		
-45.144	1.714	50.993	-1000.00000	-36.411	12.967	59.569	8.52055		
-45.144	5.465	52.842	-1000.00000	-36.411	16.718	60.450	7.79293		
-45.144	9.216	54.885	-1000.00000	-36.411	20.469	62.413	7.11197		
-45.144	12.967	57.102	-1000.00000	-36.411	24.220	64.532	6.53467		
-45.144	16.718	59.473	-1000.00000	-36.411	27.971	67.345	5.98634		
-45.144	20.469	61.980	-1000.00000	-36.411	31.722	69.183	5.60498		
-45.144	24.220	64.608	-1000.00000	-36.411	35.473	72.095	5.18632		
-45.144	27.971	67.343	-1000.00000	-36.411	39.223	74.639	4.86064		
-45.144	31.722	70.171	-1000.00000	-36.411	42.974	77.282	4.58714		
-45.144	35.473	73.083	-1000.00000	-36.411	46.725	79.789	4.35254		
-45.144	39.223	76.068	-1000.00000	-36.411	50.476	82.653	4.11820		
-45.144	42.974	79.118	-1000.00000	-36.411	54.227	85.708	3.89833		
-45.144	46.725	82.226	-1000.00000	-36.411	57.978	88.578	3.71772		
-45.144	50.476	85.386	-1000.00000	-36.411	61.729	91.627	3.55203		
-45.144	54.227	88.592	-1000.00000	-36.411	65.480	94.755	-1000.00000		
-45.144	57.978	91.840	-1000.00000	-36.411	69.231	98.229	-1000.00000		
-45.144	61.729	95.124	-1000.00000	-36.411	72.982	101.722	-1000.00000		
-45.144	65.480	98.442	-1000.00000	-36.411	76.733	105.233	-1000.00000		
-45.144	69.231	101.790	-1000.00000	-36.411	80.484	108.760	-1000.00000		
-45.144	72.982	105.165	-1000.00000	-36.411	84.235	112.302	-1000.00000		
-45.144	76.733	108.564	-1000.00000	-36.411	87.986	115.856	-1000.00000		
-45.144	80.484	111.987	-1000.00000	-36.411	91.737	119.423	-1000.00000		
-45.144	84.235	115.429	-1000.00000	-36.411	95.488	123.001	-1000.00000		
-45.144	87.986	118.890	-1000.00000	-36.411	99.239	126.589	-1000.00000		
-45.144	91.737	122.369	-1000.00000	-36.411	102.990		130.186	-1000.00000	
-45.144	95.488	125.863	-1000.00000	-36.411	106.741		133.791	-1000.00000	
-45.144	99.239	129.371	-1000.00000	-36.411	110.492		137.404	-1000.00000	
-45.144	102.990	132.893	-1000.00000	-36.411	114.243		141.025	-1000.00000	
-45.144	106.741	136.427	-1000.00000	-32.044	1.714	39.865	-114.00000		
-45.144	110.492	139.972	-1000.00000	-32.044	5.465	44.077	10.83800		
-45.144	114.243	143.527	-1000.00000	-32.044	9.216	51.699	8.24729		
-40.778	1.714	47.171	-114.00000	-32.044	12.967	60.323	6.97993		
-40.778	5.465	52.653	16.60610	-32.044	16.718	65.136	6.28140		
-40.778	9.216	53.773	14.49180	-32.044	20.469	65.528	5.72558		
-40.778	12.967	55.457	12.77420	-32.044	24.220	66.304	5.26984		
-40.778	16.718	57.458	11.29010	-32.044	27.971	67.430	4.89453		
-40.778	20.469	59.448	10.16670	-32.044	31.722	69.929	4.57295		
-40.778	24.220	61.636	-1000.00000	-32.044	35.473	73.492	4.28725		
-40.778	27.971	64.497	-1000.00000	-32.044	39.223	75.226	4.03355		
-40.778	31.722	67.445	-1000.00000	-32.044	42.974	78.005	3.81629		
-40.778	35.473	70.469	-1000.00000	-32.044	46.725	80.142	3.61680		
-40.778	39.223	73.560	-1000.00000	-32.044	50.476	82.487	3.44167		
-40.778	42.974	76.710	-1000.00000	-32.044	54.227	84.438	3.28720		
-40.778	46.725	79.912	-1000.00000	-32.044	57.978	87.202	3.14587		
-40.778	50.476	83.160	-1000.00000	-32.044	61.729	90.581	3.02083		
-40.778	54.227	86.449	-1000.00000	-32.044	65.480	93.576	2.90367		
-40.778	57.978	89.774	-1000.00000	-32.044	69.231	97.056	2.79479		
-40.778	61.729	93.131	-1000.00000	-32.044	72.982	100.556		2.70195	
-40.778	65.480	96.517	-1000.00000	-32.044	76.733	104.073		2.62195	
-40.778	69.231	99.930	-1000.00000	-32.044	80.484	107.605		2.54959	
-40.778	72.982	103.366	-1000.00000	-32.044	84.235	111.152		2.48321	
-40.778	76.733	106.823	-1000.00000	-32.044	87.986	114.711		2.42590	
-40.778	80.484	110.299	-1000.00000	-32.044	91.737	118.283		2.37834	
-40.778	84.235	113.792	-1000.00000	-32.044	95.488	121.865		2.34101	
-40.778	87.986	117.302	-1000.00000	-32.044	99.239	125.456		2.31054	
-40.778	91.737	120.826	-1000.00000	-32.044	102.990		129.082		2.28630
-40.778	95.488	124.363	-1000.00000	-32.044	106.741		132.669		-1000.00000
-40.778	99.239	127.913	-1000.00000	-32.044	110.492		136.312		-1000.00000
-40.778	102.990	131.474	-1000.00000	-32.044	114.243		139.961		-1000.00000
-40.778	106.741	135.045	-1000.00000	-27.678	1.714	36.447	-114.00000		
-40.778	110.492	138.625	-1000.00000	-27.678	5.465	38.992	8.93942		
-40.778	114.243	142.214	-1000.00000	-27.678	9.216	46.626	6.76884		





PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev Data  
F0 20/06/2011

7.254	57.978	80.307	1.92431	15.987	69.231	92.621	-1000.00000		
7.254	61.729	85.413	1.92750	15.987	72.982	96.318	-1000.00000		
7.254	65.480	88.905	1.93077	15.987	76.733	100.019	-1000.00000		
7.254	69.231	92.410	1.93639	15.987	80.484	103.724	-1000.00000		
7.254	72.982	95.928	1.94420	15.987	84.235	107.431	-1000.00000		
7.254	76.733	99.458	1.95413	15.987	87.986	111.142	-1000.00000		
7.254	80.484	103.000	1.96556	15.987	91.737	114.855	-1000.00000		
7.254	84.235	106.552	1.97803	15.987	95.488	118.571	-1000.00000		
7.254	87.986	110.225	-1000.00000	15.987	99.239	122.289	-1000.00000		
7.254	91.737	113.968	-1000.00000	15.987	102.990	126.008	-1000.00000		
7.254	95.488	117.712	-1000.00000	15.987	106.741	129.730	-1000.00000		
7.254	99.239	121.456	-1000.00000	15.987	110.492	133.453	-1000.00000		
7.254	102.990	125.200	-1000.00000	15.987	114.243	137.178	-1000.00000		
7.254	106.741	128.945	-1000.00000	20.354	1.714	31.369	-114.00000		
7.254	110.492	132.690	-1000.00000	20.354	5.465	34.184	-114.00000		
7.254	114.243	136.436	-1000.00000	20.354	9.216	37.265	-114.00000		
11.621	1.714	26.408	-114.00000	20.354	12.967	40.459	-114.00000		
11.621	5.465	29.822	-114.00000	20.354	16.718	43.742	-114.00000		
11.621	9.216	33.308	-114.00000	20.354	20.469	47.094	-114.00000		
11.621	12.967	36.847	-114.00000	20.354	24.220	50.503	-114.00000		
11.621	16.718	40.424	-114.00000	20.354	27.971	53.957	-114.00000		
11.621	20.469	44.030	-114.00000	20.354	31.722	59.640	2.40136		
11.621	24.220	47.658	-114.00000	20.354	35.473	62.827	2.34231		
11.621	27.971	51.304	-114.00000	20.354	39.223	66.054	2.29953		
11.621	31.722	54.964	2.10610	20.354	42.974	69.319	2.26869		
11.621	35.473	58.636	2.05967	20.354	46.725	72.617	2.24691		
11.621	39.223	62.317	2.03024	20.354	50.476	75.947	2.23220		
11.621	42.974	66.005	2.01305	20.354	54.227	79.304	2.22316		
11.621	46.725	69.701	2.00469	20.354	57.978	82.688	2.21872		
11.621	50.476	73.402	2.00285	20.354	61.729	86.168	-1000.00000		
11.621	54.227	78.532	1.99908	20.354	65.480	89.817	-1000.00000		
11.621	57.978	81.978	1.99711	20.354	69.231	93.474	-1000.00000		
11.621	61.729	85.441	1.99851	20.354	72.982	97.139	-1000.00000		
11.621	65.480	88.920	2.00276	20.354	76.733	100.809	-1000.00000		
11.621	69.231	92.414	2.00933	20.354	80.484	104.486	-1000.00000		
11.621	72.982	95.922	2.01776	20.354	84.235	108.167	-1000.00000		
11.621	76.733	99.444	2.02790	20.354	87.986	111.854	-1000.00000		
11.621	80.484	103.141	-1000.00000	20.354	91.737	115.544	-1000.00000		
11.621	84.235	106.869	-1000.00000	20.354	95.488	119.238	-1000.00000		
11.621	87.986	110.598	-1000.00000	20.354	99.239	122.936	-1000.00000		
11.621	91.737	114.329	-1000.00000	20.354	102.990	126.636	-1000.00000		
11.621	95.488	118.061	-1000.00000	20.354	106.741	130.340	-1000.00000		
11.621	99.239	121.795	-1000.00000	20.354	110.492	134.046	-1000.00000		
11.621	102.990	125.529	-1000.00000	20.354	114.243	137.755	-1000.00000		
11.621	106.741	129.264	-1000.00000	24.720	1.714	35.322	-114.00000		
11.621	110.492	133.001	-1000.00000	24.720	5.465	36.983	-114.00000		
11.621	114.243	136.738	-1000.00000	24.720	9.216	39.818	-114.00000		
15.987	1.714	28.599	-114.00000	24.720	12.967	42.822	-114.00000		
15.987	5.465	31.779	-114.00000	24.720	16.718	45.936	-114.00000		
15.987	9.216	35.071	-114.00000	24.720	20.469	49.139	-114.00000		
15.987	12.967	38.448	-114.00000	24.720	24.220	52.415	-114.00000		
15.987	16.718	41.888	-114.00000	24.720	27.971	55.751	-114.00000		
15.987	20.469	45.378	-114.00000	24.720	31.722	60.723	2.59063		
15.987	24.220	48.906	-114.00000	24.720	35.473	63.825	2.52289		
15.987	27.971	52.466	-114.00000	24.720	39.223	66.978	2.47275		
15.987	31.722	56.050	2.23502	24.720	42.974	70.176	2.43561		
15.987	35.473	59.655	2.18728	24.720	46.725	73.415	2.40841		
15.987	39.223	63.276	2.15670	24.720	50.476	76.691	2.38901		
15.987	42.974	68.692	2.13468	24.720	54.227	80.135	-1000.00000		
15.987	46.725	72.041	2.11598	24.720	57.978	83.712	-1000.00000		
15.987	50.476	75.415	2.10395	24.720	61.729	87.302	-1000.00000		
15.987	54.227	78.812	2.09721	24.720	65.480	90.906	-1000.00000		
15.987	57.978	82.231	2.09476	24.720	69.231	94.521	-1000.00000		
15.987	61.729	85.670	2.09576	24.720	72.982	98.146	-1000.00000		
15.987	65.480	89.128	2.09969	24.720	76.733	101.781	-1000.00000		



PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0456\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

24.720	80.484	105.423	-1000.00000	33.453	91.737	118.555	-1000.00000
24.720	84.235	109.073	-1000.00000	33.453	95.488	122.158	-1000.00000
24.720	87.986	112.730	-1000.00000	33.453	99.239	125.770	-1000.00000
24.720	91.737	116.393	-1000.00000	33.453	102.990	129.389	-1000.00000
24.720	95.488	120.061	-1000.00000	33.453	106.741	133.016	-1000.00000
24.720	99.239	123.734	-1000.00000	33.453	110.492	136.650	-1000.00000
24.720	102.990	127.411	-1000.00000	33.453	114.243	140.290	-1000.00000
24.720	106.741	131.093	-1000.00000	37.819	1.714	47.616	-114.00000
24.720	110.492	134.778	-1000.00000	37.819	5.465	48.861	-114.00000
24.720	114.243	138.467	-1000.00000	37.819	9.216	50.355	-114.00000
29.087	1.714	39.362	-114.00000	37.819	12.967	52.077	-114.00000
29.087	5.465	40.859	-114.00000	37.819	16.718	54.124	-114.00000
29.087	9.216	42.667	-114.00000	37.819	20.469	56.867	-114.00000
29.087	12.967	45.483	-114.00000	37.819	24.220	59.721	-114.00000
29.087	16.718	48.426	-114.00000	37.819	27.971	62.669	-1000.00000
29.087	20.469	51.474	-114.00000	37.819	31.722	65.699	-1000.00000
29.087	24.220	54.610	-114.00000	37.819	35.473	68.800	-1000.00000
29.087	27.971	57.819	-114.00000	37.819	39.223	71.963	-1000.00000
29.087	31.722	62.045	2.82408	37.819	42.974	75.180	-1000.00000
29.087	35.473	65.055	2.74434	37.819	46.725	78.444	-1000.00000
29.087	39.223	68.125	2.68413	37.819	50.476	81.751	-1000.00000
29.087	42.974	71.249	2.63841	37.819	54.227	85.094	-1000.00000
29.087	46.725	74.627	-1000.00000	37.819	57.978	88.470	-1000.00000
29.087	50.476	78.095	-1000.00000	37.819	61.729	91.874	-1000.00000
29.087	54.227	81.588	-1000.00000	37.819	65.480	95.305	-1000.00000
29.087	57.978	85.103	-1000.00000	37.819	69.231	98.760	-1000.00000
29.087	61.729	88.638	-1000.00000	37.819	72.982	102.235	-1000.00000
29.087	65.480	92.189	-1000.00000	37.819	76.733	105.729	-1000.00000
29.087	69.231	95.756	-1000.00000	37.819	80.484	109.240	-1000.00000
29.087	72.982	99.336	-1000.00000	37.819	84.235	112.766	-1000.00000
29.087	76.733	102.929	-1000.00000	37.819	87.986	116.307	-1000.00000
29.087	80.484	106.532	-1000.00000	37.819	91.737	119.860	-1000.00000
29.087	84.235	110.145	-1000.00000	37.819	95.488	123.425	-1000.00000
29.087	87.986	113.767	-1000.00000	37.819	99.239	127.001	-1000.00000
29.087	91.737	117.397	-1000.00000	37.819	102.990	130.586	-1000.00000
29.087	95.488	121.035	-1000.00000	37.819	106.741	134.181	-1000.00000
29.087	99.239	124.679	-1000.00000	37.819	110.492	137.784	-1000.00000
29.087	102.990	128.330	-1000.00000	37.819	114.243	141.395	-1000.00000
29.087	106.741	131.986	-1000.00000	42.186	1.714	51.802	-114.00000
29.087	110.492	135.647	-1000.00000	42.186	5.465	52.949	-114.00000
29.087	114.243	139.313	-1000.00000	42.186	9.216	54.331	-114.00000
33.453	1.714	43.466	-114.00000	42.186	12.967	55.930	-114.00000
33.453	5.465	44.826	-114.00000	42.186	16.718	57.730	-103.00000
33.453	9.216	46.450	-114.00000	42.186	20.469	59.860	-1000.00000
33.453	12.967	48.392	-114.00000	42.186	24.220	62.577	-1000.00000
33.453	16.718	51.168	-114.00000	42.186	27.971	65.397	-1000.00000
33.453	20.469	54.062	-114.00000	42.186	31.722	68.306	-1000.00000
33.453	24.220	57.056	-114.00000	42.186	35.473	71.293	-1000.00000
33.453	27.971	60.135	-114.00000	42.186	39.223	74.350	-1000.00000
33.453	31.722	63.584	3.09998	42.186	42.974	77.468	-1000.00000
33.453	35.473	66.500	-1000.00000	42.186	46.725	80.640	-1000.00000
33.453	39.223	69.767	-1000.00000	42.186	50.476	83.860	-1000.00000
33.453	42.974	73.081	-1000.00000	42.186	54.227	87.122	-1000.00000
33.453	46.725	76.435	-1000.00000	42.186	57.978	90.422	-1000.00000
33.453	50.476	79.824	-1000.00000	42.186	61.729	93.756	-1000.00000
33.453	54.227	83.245	-1000.00000	42.186	65.480	97.121	-1000.00000
33.453	57.978	86.693	-1000.00000	42.186	69.231	100.513	-1000.00000
33.453	61.729	90.165	-1000.00000	42.186	72.982	103.929	-1000.00000
33.453	65.480	93.658	-1000.00000	42.186	76.733	107.368	-1000.00000
33.453	69.231	97.171	-1000.00000	42.186	80.484	110.827	-1000.00000
33.453	72.982	100.701	-1000.00000	42.186	84.235	114.305	-1000.00000
33.453	76.733	104.247	-1000.00000	42.186	87.986	117.799	-1000.00000
33.453	80.484	107.806	-1000.00000	42.186	91.737	121.309	-1000.00000
33.453	84.235	111.378	-1000.00000	42.186	95.488	124.832	-1000.00000
33.453	87.986	114.961	-1000.00000	42.186	99.239	128.369	-1000.00000

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

42.186	102.990	131.917	-1000.0000	50.919	114.243	145.447	-1000.0000
42.186	106.741	135.477	-1000.0000	55.285	1.714	64.504	-1000.0000
42.186	110.492	139.046	-1000.0000	55.285	5.465	65.428	-1000.0000
42.186	114.243	142.625	-1000.0000	55.285	9.216	66.551	-1000.0000
46.553	1.714	56.016	-103.00000	55.285	12.967	67.864	-1000.0000
46.553	5.465	57.078	-103.00000	55.285	16.718	69.354	-1000.0000
46.553	9.216	58.362	-1000.00000	55.285	20.469	71.012	-1000.0000
46.553	12.967	59.854	-1000.00000	55.285	24.220	72.825	-1000.0000
46.553	16.718	61.539	-1000.00000	55.285	27.971	74.782	-1000.0000
46.553	20.469	63.401	-1000.00000	55.285	31.722	77.088	-1000.0000
46.553	24.220	65.600	-1000.00000	55.285	35.473	79.747	-1000.0000
46.553	27.971	68.295	-1000.00000	55.285	39.223	82.491	-1000.0000
46.553	31.722	71.085	-1000.00000	55.285	42.974	85.312	-1000.0000
46.553	35.473	73.961	-1000.00000	55.285	46.725	88.202	-1000.0000
46.553	39.223	76.912	-1000.00000	55.285	50.476	91.155	-1000.0000
46.553	42.974	79.930	-1000.00000	55.285	54.227	94.165	-1000.0000
46.553	46.725	83.008	-1000.00000	55.285	57.978	97.227	-1000.0000
46.553	50.476	86.139	-1000.00000	55.285	61.729	100.335	-1000.0000
46.553	54.227	89.318	-1000.00000	55.285	65.480	103.486	-1000.0000
46.553	57.978	92.540	-1000.00000	55.285	69.231	106.675	-1000.0000
46.553	61.729	95.801	-1000.00000	55.285	72.982	109.900	-1000.0000
46.553	65.480	99.096	-1000.00000	55.285	76.733	113.158	-1000.0000
46.553	69.231	102.422	-1000.00000	55.285	80.484	116.445	-1000.0000
46.553	72.982	105.777	-1000.00000	55.285	84.235	119.760	-1000.0000
46.553	76.733	109.158	-1000.00000	55.285	87.986	123.099	-1000.0000
46.553	80.484	112.562	-1000.00000	55.285	91.737	126.462	-1000.0000
46.553	84.235	115.987	-1000.00000	55.285	95.488	129.846	-1000.0000
46.553	87.986	119.432	-1000.00000	55.285	99.239	133.249	-1000.0000
46.553	91.737	122.895	-1000.00000	55.285	102.990	136.671	-1000.0000
46.553	95.488	126.375	-1000.00000	55.285	106.741	140.110	-1000.0000
46.553	99.239	129.869	-1000.00000	55.285	110.492	143.564	-1000.0000
46.553	102.990	133.378	-1000.00000	55.285	114.243	147.033	-1000.0000
46.553	106.741	136.899	-1000.00000	59.652	1.714	68.771	-1000.0000
46.553	110.492	140.432	-1000.00000	59.652	5.465	69.639	-1000.0000
46.553	114.243	143.977	-1000.00000	59.652	9.216	70.695	-1000.0000
50.919	1.714	60.251	-1000.00000	59.652	12.967	71.932	-1000.0000
50.919	5.465	61.240	-1000.00000	59.652	16.718	73.339	-1000.0000
50.919	9.216	62.438	-1000.00000	59.652	20.469	74.909	-1000.0000
50.919	12.967	63.835	-1000.00000	59.652	24.220	76.630	-1000.0000
50.919	16.718	65.417	-1000.00000	59.652	27.971	78.492	-1000.0000
50.919	20.469	67.172	-1000.00000	59.652	31.722	80.487	-1000.0000
50.919	24.220	69.086	-1000.00000	59.652	35.473	82.834	-1000.0000
50.919	27.971	71.343	-1000.00000	59.652	39.223	85.479	-1000.0000
50.919	31.722	74.019	-1000.00000	59.652	42.974	88.205	-1000.0000
50.919	35.473	76.784	-1000.00000	59.652	46.725	91.003	-1000.0000
50.919	39.223	79.631	-1000.00000	59.652	50.476	93.868	-1000.0000
50.919	42.974	82.550	-1000.00000	59.652	54.227	96.793	-1000.0000
50.919	46.725	85.533	-1000.00000	59.652	57.978	99.774	-1000.0000
50.919	50.476	88.575	-1000.00000	59.652	61.729	102.805	-1000.0000
50.919	54.227	91.670	-1000.00000	59.652	65.480	105.883	-1000.0000
50.919	57.978	94.812	-1000.00000	59.652	69.231	109.002	-1000.0000
50.919	61.729	97.997	-1000.00000	59.652	72.982	112.161	-1000.0000
50.919	65.480	101.220	-1000.00000	59.652	76.733	115.354	-1000.0000
50.919	69.231	104.479	-1000.00000	59.652	80.484	118.581	-1000.0000
50.919	72.982	107.770	-1000.00000	59.652	84.235	121.837	-1000.0000
50.919	76.733	111.090	-1000.00000	59.652	87.986	125.121	-1000.0000
50.919	80.484	114.437	-1000.00000	59.652	91.737	128.431	-1000.0000
50.919	84.235	117.808	-1000.00000	59.652	95.488	131.764	-1000.0000
50.919	87.986	121.201	-1000.00000	59.652	99.239	135.120	-1000.0000
50.919	91.737	124.615	-1000.00000	59.652	102.990	138.495	-1000.0000
50.919	95.488	128.048	-1000.00000	59.652	106.741	141.889	-1000.0000
50.919	99.239	131.498	-1000.00000	59.652	110.492	145.301	-1000.0000
50.919	102.990	134.964	-1000.00000	59.652	114.243	148.730	-1000.0000
50.919	106.741	138.445	-1000.00000	64.019	1.714	73.050	-1000.0000
50.919	110.492	141.940	-1000.00000	64.019	5.465	73.867	-1000.0000



PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

64.019	9.216	74.864	-1000.00000	68.385	5.465	78.111	-1000.00000
64.019	12.967	76.033	-1000.00000	68.385	9.216	79.054	-1000.00000
64.019	16.718	77.366	-1000.00000	68.385	12.967	80.162	-1000.00000
64.019	20.469	78.855	-1000.00000	68.385	16.718	81.428	-1000.00000
64.019	24.220	80.492	-1000.00000	68.385	20.469	82.844	-1000.00000
64.019	27.971	82.267	-1000.00000	68.385	24.220	84.403	-1000.00000
64.019	31.722	84.172	-1000.00000	68.385	27.971	86.098	-1000.00000
64.019	35.473	86.198	-1000.00000	68.385	31.722	87.920	-1000.00000
64.019	39.223	88.582	-1000.00000	68.385	35.473	89.862	-1000.00000
64.019	42.974	91.214	-1000.00000	68.385	39.223	91.916	-1000.00000
64.019	46.725	93.923	-1000.00000	68.385	42.974	94.330	-1000.00000
64.019	50.476	96.702	-1000.00000	68.385	46.725	96.952	-1000.00000
64.019	54.227	99.544	-1000.00000	68.385	50.476	99.646	-1000.00000
64.019	57.978	102.445	-1000.00000	68.385	54.227	102.407	-1000.00000
64.019	61.729	105.399	-1000.00000	68.385	57.978	105.229	-1000.00000
64.019	65.480	108.403	-1000.00000	68.385	61.729	108.107	-1000.00000
64.019	69.231	111.452	-1000.00000	68.385	65.480	111.037	-1000.00000
64.019	72.982	114.543	-1000.00000	68.385	69.231	114.016	-1000.00000
64.019	76.733	117.672	-1000.00000	68.385	72.982	117.039	-1000.00000
64.019	80.484	120.836	-1000.00000	68.385	76.733	120.103	-1000.00000
64.019	84.235	124.033	-1000.00000	68.385	80.484	123.205	-1000.00000
64.019	87.986	127.261	-1000.00000	68.385	84.235	126.342	-1000.00000
64.019	91.737	130.516	-1000.00000	68.385	87.986	129.512	-1000.00000
64.019	95.488	133.798	-1000.00000	68.385	91.737	132.713	-1000.00000
64.019	99.239	137.103	-1000.00000	68.385	95.488	135.941	-1000.00000
64.019	102.990	140.431	-1000.00000	68.385	99.239	139.196	-1000.00000
64.019	106.741	143.780	-1000.00000	68.385	102.990	142.475	-1000.00000
64.019	110.492	147.148	-1000.00000	68.385	106.741	145.776	-1000.00000
64.019	114.243	150.534	-1000.00000	68.385	110.492	149.099	-1000.00000
68.385	1.714	77.339	-1000.00000	68.385	114.243	152.442	-1000.00000

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 13.4 Sezione S1 – Input SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica

### Document Name

File Name: S1\_Paratia4sismico.sli

### Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified  
Janbu simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### Surface Options

Surface Type: Circular  
Search Method: Grid Search  
Radius increment: 10  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack  
Minimum Elevation: Not Defined  
Minimum Depth: Not Defined

### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.161  
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.081

### Material Properties

Material: Sabbie e ghieie di Messina  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees  
Water Surface: None

### Support Properties

#### Support: Support 1

Support 1  
Support Type: Grouted Tieback  
Force Application: Active  
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m  
Tensile Capacity: 1000 kN  
Plate Capacity: 1000 kN  
Bond length: 10.000 m  
Bond Strength: 80 kN/m

#### Support: Diaframmi

Diaframmi  
Support Type: Micro-Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 1 m  
Pile Shear Strength: 819 kN

### List of All Coordinates



#### External Boundary

-90.300	-12.419
-90.300	-62.419
99.700	-62.419
99.700	30.000
64.400	30.000
55.650	25.000
53.650	25.000
44.900	20.000
42.900	20.000
34.150	15.000
32.150	15.000
23.400	10.000
21.400	10.000
12.650	5.000
10.650	5.000
1.900	0.000
-0.300	0.000
-0.300	-12.419

#### Support

0.000	0.000
0.000	-22.000

#### Support

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846 RELAZIONE DI CALCOLO		<i>Codice documento</i> SS0456_F0.docx	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

-0.300 -4.000  
 30.582 -6.702

Support

-0.300 -7.000  
 27.275 -11.862

Support

-0.300 -10.000  
 23.848 -16.470

Focus/Block Search Line

0.000 -62.419  
 0.000 -22.000

Search Grid

-62.610 1.714  
 68.385 1.714  
 68.385 114.243  
 -62.610 114.243

### 13.5 Sezione S1 – Output SLIDE rel. 05 – Analisi in fase sismica

Raw Data for Minimum Circle Results							
Center_x	Center_y	Radius	Factor_of_Safety				
-62.610	1.714	66.950	-1000.00000	-58.243	106.741	141.303	-1000.00000
-62.610	5.465	68.369	-1000.00000	-58.243	110.492	144.729	-1000.00000
-62.610	9.216	69.960	-1000.00000	-58.243	114.243	148.170	-1000.00000
-62.610	12.967	71.712	-1000.00000	-53.877	1.714	58.865	-1000.00000
-62.610	16.718	73.614	-1000.00000	-53.877	5.465	60.473	-1000.00000
-62.610	20.469	75.654	-1000.00000	-53.877	9.216	62.267	-1000.00000
-62.610	24.220	77.822	-1000.00000	-53.877	12.967	64.229	-1000.00000
-62.610	27.971	80.107	-1000.00000	-53.877	16.718	66.346	-1000.00000
-62.610	31.722	82.499	-1000.00000	-53.877	20.469	68.603	-1000.00000
-62.610	35.473	84.989	-1000.00000	-53.877	24.220	70.986	-1000.00000
-62.610	39.223	87.569	-1000.00000	-53.877	27.971	73.483	-1000.00000
-62.610	42.974	90.231	-1000.00000	-53.877	31.722	76.084	-1000.00000
-62.610	46.725	92.969	-1000.00000	-53.877	35.473	78.777	-1000.00000
-62.610	50.476	95.775	-1000.00000	-53.877	39.223	81.554	-1000.00000
-62.610	54.227	98.644	-1000.00000	-53.877	42.974	84.406	-1000.00000
-62.610	57.978	101.570	-1000.00000	-53.877	46.725	87.327	-1000.00000
-62.610	61.729	104.550	-1000.00000	-53.877	50.476	90.308	-1000.00000
-62.610	65.480	107.577	-1000.00000	-53.877	54.227	93.345	-1000.00000
-62.610	69.231	110.649	-1000.00000	-53.877	57.978	96.433	-1000.00000
-62.610	72.982	113.761	-1000.00000	-53.877	61.729	99.566	-1000.00000
-62.610	76.733	116.911	-1000.00000	-53.877	65.480	102.740	-1000.00000
-62.610	80.484	120.096	-1000.00000	-53.877	69.231	105.952	-1000.00000
-62.610	84.235	123.312	-1000.00000	-53.877	72.982	109.199	-1000.00000
-62.610	87.986	126.558	-1000.00000	-53.877	76.733	112.477	-1000.00000
-62.610	91.737	129.831	-1000.00000	-53.877	80.484	115.783	-1000.00000
-62.610	95.488	133.130	-1000.00000	-53.877	84.235	119.116	-1000.00000
-62.610	99.239	136.451	-1000.00000	-53.877	87.986	122.473	-1000.00000
-62.610	102.990	139.795	-1000.00000	-53.877	91.737	125.853	-1000.00000
-62.610	106.741	143.158	-1000.00000	-53.877	95.488	129.252	-1000.00000
-62.610	110.492	146.541	-1000.00000	-53.877	99.239	132.671	-1000.00000
-62.610	114.243	149.941	-1000.00000	-53.877	102.990	136.107	-1000.00000
-58.243	1.714	62.886	-1000.00000	-53.877	106.741	139.560	-1000.00000
-58.243	5.465	64.394	-1000.00000	-53.877	110.492	143.028	-1000.00000
-58.243	9.216	66.081	-1000.00000	-53.877	114.243	146.509	-1000.00000
-58.243	12.967	67.934	-1000.00000	-49.511	1.714	54.897	-1000.00000
-58.243	16.718	69.938	-1000.00000	-49.511	5.465	56.618	-1000.00000
-58.243	20.469	72.083	-1000.00000	-49.511	9.216	58.530	-1000.00000
-58.243	24.220	74.354	-1000.00000	-49.511	12.967	60.613	-1000.00000
-58.243	27.971	76.742	-1000.00000	-49.511	16.718	62.852	-1000.00000
-58.243	31.722	79.236	-1000.00000	-49.511	20.469	65.229	-1000.00000
-58.243	35.473	81.825	-1000.00000	-49.511	24.220	67.731	-1000.00000
-58.243	39.223	84.502	-1000.00000	-49.511	27.971	70.344	-1000.00000
-58.243	42.974	87.258	-1000.00000	-49.511	31.722	73.057	-1000.00000
-58.243	46.725	90.086	-1000.00000	-49.511	35.473	75.858	-1000.00000
-58.243	50.476	92.979	-1000.00000	-49.511	39.223	78.738	-1000.00000
-58.243	54.227	95.932	-1000.00000	-49.511	42.974	81.688	-1000.00000
-58.243	57.978	98.939	-1000.00000	-49.511	46.725	84.702	-1000.00000
-58.243	61.729	101.995	-1000.00000	-49.511	50.476	87.773	-1000.00000
-58.243	65.480	105.096	-1000.00000	-49.511	54.227	90.895	-1000.00000
-58.243	69.231	108.238	-1000.00000	-49.511	57.978	94.063	-1000.00000
-58.243	72.982	111.418	-1000.00000	-49.511	61.729	97.272	-1000.00000
-58.243	76.733	114.632	-1000.00000	-49.511	65.480	100.519	-1000.00000
-58.243	80.484	117.878	-1000.00000	-49.511	69.231	103.800	-1000.00000
-58.243	84.235	121.154	-1000.00000	-49.511	72.982	107.112	-1000.00000
-58.243	87.986	124.456	-1000.00000	-49.511	76.733	110.452	-1000.00000
-58.243	91.737	127.783	-1000.00000	-49.511	80.484	113.817	-1000.00000
-58.243	95.488	131.133	-1000.00000	-49.511	84.235	117.206	-1000.00000
-58.243	99.239	134.504	-1000.00000	-49.511	87.986	120.616	-1000.00000
-58.243	102.990	137.894	-1000.00000	-49.511	91.737	124.046	-1000.00000
				-49.511	95.488	127.494	-1000.00000
				-49.511	99.239	130.959	-1000.00000
				-49.511	102.990	134.439	-1000.00000

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

-49.511	106.741	137.933	-1000.00000	-36.411	1.714	43.452	-114.00000		
-49.511	110.492	141.441	-1000.00000	-36.411	5.465	48.959	4.69226		
-49.511	114.243	144.960	-1000.00000	-36.411	9.216	56.048	4.16532		
-45.144	1.714	50.993	-1000.00000	-36.411	12.967	59.569	3.80143		
-45.144	5.465	52.842	-1000.00000	-36.411	16.718	60.450	3.52640		
-45.144	9.216	54.885	-1000.00000	-36.411	20.469	62.413	3.29042		
-45.144	12.967	57.102	-1000.00000	-36.411	24.220	64.532	3.08825		
-45.144	16.718	59.473	-1000.00000	-36.411	27.971	67.345	2.90735		
-45.144	20.469	61.980	-1000.00000	-36.411	31.722	69.183	2.75718		
-45.144	24.220	64.608	-1000.00000	-36.411	35.473	72.095	2.61449		
-45.144	27.971	67.343	-1000.00000	-36.411	39.223	74.639	2.49239		
-45.144	31.722	70.171	-1000.00000	-36.411	42.974	77.282	2.38708		
-45.144	35.473	73.083	-1000.00000	-36.411	46.725	79.789	2.29342		
-45.144	39.223	76.068	-1000.00000	-36.411	50.476	82.653	2.20380		
-45.144	42.974	79.118	-1000.00000	-36.411	54.227	85.708	2.12016		
-45.144	46.725	82.226	-1000.00000	-36.411	57.978	88.578	2.04780		
-45.144	50.476	85.386	-1000.00000	-36.411	61.729	91.627	1.98111		
-45.144	54.227	88.592	-1000.00000	-36.411	65.480	94.755	-1000.00000		
-45.144	57.978	91.840	-1000.00000	-36.411	69.231	98.229	-1000.00000		
-45.144	61.729	95.124	-1000.00000	-36.411	72.982	101.722	-1000.00000		
-45.144	65.480	98.442	-1000.00000	-36.411	76.733	105.233	-1000.00000		
-45.144	69.231	101.790	-1000.00000	-36.411	80.484	108.760	-1000.00000		
-45.144	72.982	105.165	-1000.00000	-36.411	84.235	112.302	-1000.00000		
-45.144	76.733	108.564	-1000.00000	-36.411	87.986	115.856	-1000.00000		
-45.144	80.484	111.987	-1000.00000	-36.411	91.737	119.423	-1000.00000		
-45.144	84.235	115.429	-1000.00000	-36.411	95.488	123.001	-1000.00000		
-45.144	87.986	118.890	-1000.00000	-36.411	99.239	126.589	-1000.00000		
-45.144	91.737	122.369	-1000.00000	-36.411	102.990		130.186	-1000.00000	
-45.144	95.488	125.863	-1000.00000	-36.411	106.741		133.791	-1000.00000	
-45.144	99.239	129.371	-1000.00000	-36.411	110.492		137.404	-1000.00000	
-45.144	102.990	132.893	-1000.00000	-36.411	114.243		141.025	-1000.00000	
-45.144	106.741	136.427	-1000.00000	-32.044	1.714	39.865	-114.00000		
-45.144	110.492	139.972	-1000.00000	-32.044	5.465	44.077	4.27035		
-45.144	114.243	143.527	-1000.00000	-32.044	9.216	49.958	3.78980		
-40.778	1.714	47.171	-114.00000	-32.044	12.967	52.264	3.45847		
-40.778	5.465	52.653	5.11679	-32.044	16.718	54.722	3.18749		
-40.778	9.216	53.773	4.65908	-32.044	20.469	55.941	2.96181		
-40.778	12.967	55.457	4.28939	-32.044	24.220	57.499	2.77074		
-40.778	16.718	57.458	3.96982	-32.044	27.971	60.515	2.61742		
-40.778	20.469	59.448	3.70691	-32.044	31.722	66.768	2.47900		
-40.778	24.220	61.636	-1000.00000	-32.044	35.473	68.686	2.35604		
-40.778	27.971	64.497	-1000.00000	-32.044	39.223	71.727	2.24784		
-40.778	31.722	67.445	-1000.00000	-32.044	42.974	74.829	2.14921		
-40.778	35.473	70.469	-1000.00000	-32.044	46.725	77.267	2.06247		
-40.778	39.223	73.560	-1000.00000	-32.044	50.476	80.541	1.98394		
-40.778	42.974	76.710	-1000.00000	-32.044	54.227	83.272	1.91065		
-40.778	46.725	79.912	-1000.00000	-32.044	57.978	86.681	1.84613		
-40.778	50.476	83.160	-1000.00000	-32.044	61.729	90.116	1.79113		
-40.778	54.227	86.449	-1000.00000	-32.044	65.480	93.576	1.73875		
-40.778	57.978	89.774	-1000.00000	-32.044	69.231	97.056	1.68964		
-40.778	61.729	93.131	-1000.00000	-32.044	72.982	100.556	1.64653		
-40.778	65.480	96.517	-1000.00000	-32.044	76.733	104.073	1.60878		
-40.778	69.231	99.930	-1000.00000	-32.044	80.484	107.605	1.57434		
-40.778	72.982	103.366	-1000.00000	-32.044	84.235	111.152	1.54251		
-40.778	76.733	106.823	-1000.00000	-32.044	87.986	114.711	1.51435		
-40.778	80.484	110.299	-1000.00000	-32.044	91.737	118.283	1.49023		
-40.778	84.235	113.792	-1000.00000	-32.044	95.488	121.865	1.47061		
-40.778	87.986	117.302	-1000.00000	-32.044	99.239	125.456	1.45402		
-40.778	91.737	120.826	-1000.00000	-32.044	102.990		129.082	1.44028	
-40.778	95.488	124.363	-1000.00000	-32.044	106.741		132.669	-1000.00000	
-40.778	99.239	127.913	-1000.00000	-32.044	110.492		136.312	-1000.00000	
-40.778	102.990	131.474	-1000.00000	-32.044	114.243		139.961	-1000.00000	
-40.778	106.741	135.045	-1000.00000	-27.678	1.714	36.447	-114.00000		
-40.778	110.492	138.625	-1000.00000	-27.678	5.465	38.992	3.91711		
-40.778	114.243	142.214	-1000.00000	-27.678	9.216	44.173	3.36946		



-10.212	35.473	58.373	1.46155	-1.479	46.725	68.741	1.31938		
-10.212	39.223	62.069	1.42952	-1.479	50.476	72.492	1.30577		
-10.212	42.974	65.772	1.39909	-1.479	54.227	76.242	1.29634		
-10.212	46.725	69.480	1.37205	-1.479	57.978	79.992	1.29032		
-10.212	50.476	73.192	1.35134	-1.479	61.729	83.742	1.28699		
-10.212	54.227	76.908	1.33560	-1.479	65.480	87.493	1.28582		
-10.212	57.978	80.628	1.31882	-1.479	69.231	92.971	1.28313		
-10.212	61.729	84.350	1.30536	-1.479	72.982	96.487	1.27957		
-10.212	65.480	88.074	1.29544	-1.479	76.733	100.015		1.27736	
-10.212	69.231	91.801	1.28847	-1.479	80.484	103.553		1.27620	
-10.212	72.982	95.530	1.28395	-1.479	84.235	107.101		1.27608	
-10.212	76.733	99.260	1.28138	-1.479	87.986	110.658		1.27694	
-10.212	80.484	102.992	1.28132	-1.479	91.737	114.225		1.27858	
-10.212	84.235	108.309	1.28242	-1.479	95.488	117.800		1.28083	
-10.212	87.986	111.840	1.27932	-1.479	99.239	121.384		1.28361	
-10.212	91.737	115.382	1.27729	-1.479	102.990		124.999		-1000.00000
-10.212	95.488	118.932	1.27624	-1.479	106.741		128.750		-1000.00000
-10.212	99.239	122.492	1.27627	-1.479	110.492		132.500		-1000.00000
-10.212	102.990	126.060	1.27716	-1.479	114.243		136.251		-1000.00000
-10.212	106.741	129.636	1.27864	2.888	1.714	23.889	-114.00000		
-10.212	110.492	133.220	1.28068	2.888	5.465	27.616	-114.00000		
-10.212	114.243	136.811	1.28319	2.888	9.216	31.349	-114.00000		
-5.845	1.714	24.424	-114.00000	2.888	12.967	35.086	-114.00000		
-5.845	5.465	28.080	-114.00000	2.888	16.718	38.825	-114.00000		
-5.845	9.216	31.758	-114.00000	2.888	20.469	42.567	1.54148		
-5.845	12.967	35.452	-114.00000	2.888	24.220	46.310	1.49387		
-5.845	16.718	39.156	1.66204	2.888	27.971	50.054	1.45395		
-5.845	20.469	42.869	1.58657	2.888	31.722	53.799	1.41990		
-5.845	24.220	46.588	1.52130	2.888	35.473	57.545	1.39259		
-5.845	27.971	50.311	1.46529	2.888	39.223	61.292	1.36866		
-5.845	31.722	54.039	1.43007	2.888	42.974	65.039	1.35034		
-5.845	35.473	57.769	1.39796	2.888	46.725	68.786	1.33453		
-5.845	39.223	61.502	1.37151	2.888	50.476	72.534	1.32359		
-5.845	42.974	65.237	1.34964	2.888	54.227	76.282	1.31646		
-5.845	46.725	68.974	1.33055	2.888	57.978	80.030	1.31230		
-5.845	50.476	72.712	1.31560	2.888	61.729	85.589	1.30572		
-5.845	54.227	76.451	1.30028	2.888	65.480	89.086	1.29972		
-5.845	57.978	80.192	1.28917	2.888	69.231	92.595	1.29587		
-5.845	61.729	83.933	1.28262	2.888	72.982	96.116	1.29364		
-5.845	65.480	87.675	1.27872	2.888	76.733	99.648	1.29273		
-5.845	69.231	91.418	1.27694	2.888	80.484	103.191		1.29282	
-5.845	72.982	95.162	1.27691	2.888	84.235	106.744		1.29371	
-5.845	76.733	100.558	1.27674	2.888	87.986	110.307		1.29540	
-5.845	80.484	104.086	1.27366	2.888	91.737	113.879		1.29783	
-5.845	84.235	107.623	1.27189	2.888	95.488	117.524		-1000.00000	
-5.845	87.986	111.170	1.27119	2.888	99.239	121.273		-1000.00000	
-5.845	91.737	114.726	1.27133	2.888	102.990		125.023		-1000.00000
-5.845	95.488	118.291	1.27221	2.888	106.741		128.773		-1000.00000
-5.845	99.239	121.865	1.27379	2.888	110.492		132.523		-1000.00000
-5.845	102.990	125.447	1.27596	2.888	114.243		136.274		-1000.00000
-5.845	106.741	129.036	1.27871	7.254	1.714	24.798	-114.00000		
-5.845	110.492	132.632	1.28212	7.254	5.465	28.407	-114.00000		
-5.845	114.243	136.368	-1000.00000	7.254	9.216	32.047	-114.00000		
-1.479	1.714	23.760	-114.00000	7.254	12.967	35.711	-114.00000		
-1.479	5.465	27.505	-114.00000	7.254	16.718	39.391	-114.00000		
-1.479	9.216	31.251	-114.00000	7.254	20.469	43.084	-114.00000		
-1.479	12.967	34.998	-114.00000	7.254	24.220	46.785	-114.00000		
-1.479	16.718	38.746	-114.00000	7.254	27.971	50.494	1.50861		
-1.479	20.469	42.494	1.52345	7.254	31.722	54.209	1.46874		
-1.479	24.220	46.243	1.47336	7.254	35.473	57.929	1.43448		
-1.479	27.971	49.992	1.43613	7.254	39.223	61.652	1.40881		
-1.479	31.722	53.742	1.40414	7.254	42.974	65.378	1.38784		
-1.479	35.473	57.492	1.37542	7.254	46.725	69.107	1.37294		
-1.479	39.223	61.241	1.35275	7.254	50.476	75.023	1.36266		
-1.479	42.974	64.991	1.33384	7.254	54.227	78.471	1.34980		



PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev Data  
F0 20/06/2011

7.254	57.978	81.935	1.33996	15.987	69.231	92.621	-1000.00000		
7.254	61.729	85.413	1.33263	15.987	72.982	96.318	-1000.00000		
7.254	65.480	88.905	1.32739	15.987	76.733	100.019	-1000.00000		
7.254	69.231	92.410	1.32384	15.987	80.484	103.724	-1000.00000		
7.254	72.982	95.928	1.32187	15.987	84.235	107.431	-1000.00000		
7.254	76.733	99.458	1.32137	15.987	87.986	111.142	-1000.00000		
7.254	80.484	103.000	1.32194	15.987	91.737	114.855	-1000.00000		
7.254	84.235	106.552	1.32330	15.987	95.488	118.571	-1000.00000		
7.254	87.986	110.225	-1000.00000	15.987	99.239	122.289	-1000.00000		
7.254	91.737	113.968	-1000.00000	15.987	102.990	126.008	-1000.00000		
7.254	95.488	117.712	-1000.00000	15.987	106.741	129.730	-1000.00000		
7.254	99.239	121.456	-1000.00000	15.987	110.492	133.453	-1000.00000		
7.254	102.990	125.200	-1000.00000	15.987	114.243	137.178	-1000.00000		
7.254	106.741	128.945	-1000.00000	20.354	1.714	31.369	-114.00000		
7.254	110.492	132.690	-1000.00000	20.354	5.465	34.184	-114.00000		
7.254	114.243	136.436	-1000.00000	20.354	9.216	37.265	-114.00000		
11.621	1.714	26.408	-114.00000	20.354	12.967	40.459	-114.00000		
11.621	5.465	29.822	-114.00000	20.354	16.718	43.742	-114.00000		
11.621	9.216	33.308	-114.00000	20.354	20.469	47.094	-114.00000		
11.621	12.967	36.847	-114.00000	20.354	24.220	50.503	-114.00000		
11.621	16.718	40.424	-114.00000	20.354	27.971	53.957	-114.00000		
11.621	20.469	44.030	-114.00000	20.354	31.722	59.640	1.72011		
11.621	24.220	47.658	-114.00000	20.354	35.473	62.827	1.66618		
11.621	27.971	51.304	-114.00000	20.354	39.223	66.054	1.62380		
11.621	31.722	54.964	1.53759	20.354	42.974	69.319	1.59012		
11.621	35.473	58.636	1.49655	20.354	46.725	72.617	1.56318		
11.621	39.223	62.317	1.46654	20.354	50.476	75.947	1.54158		
11.621	42.974	66.008	1.44427	20.354	54.227	79.304	1.52430		
11.621	46.725	71.696	1.42267	20.354	57.978	82.688	1.51054		
11.621	50.476	75.105	1.40577	20.354	61.729	86.168	-1000.00000		
11.621	54.227	78.532	1.39263	20.354	65.480	89.817	-1000.00000		
11.621	57.978	81.978	1.38256	20.354	69.231	93.474	-1000.00000		
11.621	61.729	85.441	1.37498	20.354	72.982	97.139	-1000.00000		
11.621	65.480	88.920	1.36952	20.354	76.733	100.809	-1000.00000		
11.621	69.231	92.414	1.36578	20.354	80.484	104.486	-1000.00000		
11.621	72.982	95.922	1.36347	20.354	84.235	108.167	-1000.00000		
11.621	76.733	99.444	1.36242	20.354	87.986	111.854	-1000.00000		
11.621	80.484	103.141	-1000.00000	20.354	91.737	115.544	-1000.00000		
11.621	84.235	106.869	-1000.00000	20.354	95.488	119.238	-1000.00000		
11.621	87.986	110.598	-1000.00000	20.354	99.239	122.936	-1000.00000		
11.621	91.737	114.329	-1000.00000	20.354	102.990	126.636	-1000.00000		
11.621	95.488	118.061	-1000.00000	20.354	106.741	130.340	-1000.00000		
11.621	99.239	121.795	-1000.00000	20.354	110.492	134.046	-1000.00000		
11.621	102.990	125.529	-1000.00000	20.354	114.243	137.755	-1000.00000		
11.621	106.741	129.264	-1000.00000	24.720	1.714	35.322	-114.00000		
11.621	110.492	133.001	-1000.00000	24.720	5.465	36.983	-114.00000		
11.621	114.243	136.738	-1000.00000	24.720	9.216	39.818	-114.00000		
15.987	1.714	28.599	-114.00000	24.720	12.967	42.822	-114.00000		
15.987	5.465	31.779	-114.00000	24.720	16.718	45.936	-114.00000		
15.987	9.216	35.071	-114.00000	24.720	20.469	49.139	-114.00000		
15.987	12.967	38.448	-114.00000	24.720	24.220	52.415	-114.00000		
15.987	16.718	41.888	-114.00000	24.720	27.971	55.751	-114.00000		
15.987	20.469	45.378	-114.00000	24.720	31.722	60.723	1.83800		
15.987	24.220	48.906	-114.00000	24.720	35.473	63.825	1.77653		
15.987	27.971	52.466	-114.00000	24.720	39.223	66.978	1.72771		
15.987	31.722	56.018	1.62445	24.720	42.974	70.176	1.68847		
15.987	35.473	62.078	1.57578	24.720	46.725	73.415	1.65670		
15.987	39.223	65.371	1.53793	24.720	50.476	76.691	1.63087		
15.987	42.974	68.692	1.50816	24.720	54.227	80.135	-1000.00000		
15.987	46.725	72.041	1.48462	24.720	57.978	83.712	-1000.00000		
15.987	50.476	75.415	1.46601	24.720	61.729	87.302	-1000.00000		
15.987	54.227	78.812	1.45136	24.720	65.480	90.906	-1000.00000		
15.987	57.978	82.231	1.43993	24.720	69.231	94.521	-1000.00000		
15.987	61.729	85.670	1.43115	24.720	72.982	98.146	-1000.00000		
15.987	65.480	89.128	1.42459	24.720	76.733	101.781	-1000.00000		



PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento

SS0456\_F0.docx

Rev

F0

Data

20/06/2011

24.720	80.484	105.423	-1000.00000	33.453	91.737	118.555	-1000.00000
24.720	84.235	109.073	-1000.00000	33.453	95.488	122.158	-1000.00000
24.720	87.986	112.730	-1000.00000	33.453	99.239	125.770	-1000.00000
24.720	91.737	116.393	-1000.00000	33.453	102.990	129.389	-1000.00000
24.720	95.488	120.061	-1000.00000	33.453	106.741	133.016	-1000.00000
24.720	99.239	123.734	-1000.00000	33.453	110.492	136.650	-1000.00000
24.720	102.990	127.411	-1000.00000	33.453	114.243	140.290	-1000.00000
24.720	106.741	131.093	-1000.00000	37.819	1.714	47.616	-114.00000
24.720	110.492	134.778	-1000.00000	37.819	5.465	48.861	-114.00000
24.720	114.243	138.467	-1000.00000	37.819	9.216	50.355	-114.00000
29.087	1.714	39.362	-114.00000	37.819	12.967	52.077	-114.00000
29.087	5.465	40.859	-114.00000	37.819	16.718	54.124	-114.00000
29.087	9.216	42.667	-114.00000	37.819	20.469	56.867	-114.00000
29.087	12.967	45.483	-114.00000	37.819	24.220	59.721	-114.00000
29.087	16.718	48.426	-114.00000	37.819	27.971	62.669	-1000.00000
29.087	20.469	51.474	-114.00000	37.819	31.722	65.699	-1000.00000
29.087	24.220	54.610	-114.00000	37.819	35.473	68.800	-1000.00000
29.087	27.971	57.819	-114.00000	37.819	39.223	71.963	-1000.00000
29.087	31.722	62.045	1.97727	37.819	42.974	75.180	-1000.00000
29.087	35.473	65.055	1.90648	37.819	46.725	78.444	-1000.00000
29.087	39.223	68.125	1.84972	37.819	50.476	81.751	-1000.00000
29.087	42.974	71.249	1.80364	37.819	54.227	85.094	-1000.00000
29.087	46.725	74.627	-1000.00000	37.819	57.978	88.470	-1000.00000
29.087	50.476	78.095	-1000.00000	37.819	61.729	91.874	-1000.00000
29.087	54.227	81.588	-1000.00000	37.819	65.480	95.305	-1000.00000
29.087	57.978	85.103	-1000.00000	37.819	69.231	98.760	-1000.00000
29.087	61.729	88.638	-1000.00000	37.819	72.982	102.235	-1000.00000
29.087	65.480	92.189	-1000.00000	37.819	76.733	105.729	-1000.00000
29.087	69.231	95.756	-1000.00000	37.819	80.484	109.240	-1000.00000
29.087	72.982	99.336	-1000.00000	37.819	84.235	112.766	-1000.00000
29.087	76.733	102.929	-1000.00000	37.819	87.986	116.307	-1000.00000
29.087	80.484	106.532	-1000.00000	37.819	91.737	119.860	-1000.00000
29.087	84.235	110.145	-1000.00000	37.819	95.488	123.425	-1000.00000
29.087	87.986	113.767	-1000.00000	37.819	99.239	127.001	-1000.00000
29.087	91.737	117.397	-1000.00000	37.819	102.990	130.586	-1000.00000
29.087	95.488	121.035	-1000.00000	37.819	106.741	134.181	-1000.00000
29.087	99.239	124.679	-1000.00000	37.819	110.492	137.784	-1000.00000
29.087	102.990	128.330	-1000.00000	37.819	114.243	141.395	-1000.00000
29.087	106.741	131.986	-1000.00000	42.186	1.714	51.802	-114.00000
29.087	110.492	135.647	-1000.00000	42.186	5.465	52.949	-114.00000
29.087	114.243	139.313	-1000.00000	42.186	9.216	54.331	-114.00000
33.453	1.714	43.466	-114.00000	42.186	12.967	55.930	-114.00000
33.453	5.465	44.826	-114.00000	42.186	16.718	57.730	-103.00000
33.453	9.216	46.450	-114.00000	42.186	20.469	59.860	-1000.00000
33.453	12.967	48.392	-114.00000	42.186	24.220	62.577	-1000.00000
33.453	16.718	51.168	-114.00000	42.186	27.971	65.397	-1000.00000
33.453	20.469	54.062	-114.00000	42.186	31.722	68.306	-1000.00000
33.453	24.220	57.056	-114.00000	42.186	35.473	71.293	-1000.00000
33.453	27.971	60.135	-114.00000	42.186	39.223	74.350	-1000.00000
33.453	31.722	63.584	2.13464	42.186	42.974	77.468	-1000.00000
33.453	35.473	66.500	-1000.00000	42.186	46.725	80.640	-1000.00000
33.453	39.223	69.767	-1000.00000	42.186	50.476	83.860	-1000.00000
33.453	42.974	73.081	-1000.00000	42.186	54.227	87.122	-1000.00000
33.453	46.725	76.435	-1000.00000	42.186	57.978	90.422	-1000.00000
33.453	50.476	79.824	-1000.00000	42.186	61.729	93.756	-1000.00000
33.453	54.227	83.245	-1000.00000	42.186	65.480	97.121	-1000.00000
33.453	57.978	86.693	-1000.00000	42.186	69.231	100.513	-1000.00000
33.453	61.729	90.165	-1000.00000	42.186	72.982	103.929	-1000.00000
33.453	65.480	93.658	-1000.00000	42.186	76.733	107.368	-1000.00000
33.453	69.231	97.171	-1000.00000	42.186	80.484	110.827	-1000.00000
33.453	72.982	100.701	-1000.00000	42.186	84.235	114.305	-1000.00000
33.453	76.733	104.247	-1000.00000	42.186	87.986	117.799	-1000.00000
33.453	80.484	107.806	-1000.00000	42.186	91.737	121.309	-1000.00000
33.453	84.235	111.378	-1000.00000	42.186	95.488	124.832	-1000.00000
33.453	87.986	114.961	-1000.00000	42.186	99.239	128.369	-1000.00000

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

42.186	102.990	131.917	-1000.0000	50.919	114.243	145.447	-1000.0000
42.186	106.741	135.477	-1000.0000	55.285	1.714	64.504	-1000.0000
42.186	110.492	139.046	-1000.0000	55.285	5.465	65.428	-1000.0000
42.186	114.243	142.625	-1000.0000	55.285	9.216	66.551	-1000.0000
46.553	1.714	56.016	-103.00000	55.285	12.967	67.864	-1000.0000
46.553	5.465	57.078	-103.00000	55.285	16.718	69.354	-1000.0000
46.553	9.216	58.362	-1000.00000	55.285	20.469	71.012	-1000.0000
46.553	12.967	59.854	-1000.00000	55.285	24.220	72.825	-1000.0000
46.553	16.718	61.539	-1000.00000	55.285	27.971	74.782	-1000.0000
46.553	20.469	63.401	-1000.00000	55.285	31.722	77.088	-1000.0000
46.553	24.220	65.600	-1000.00000	55.285	35.473	79.747	-1000.0000
46.553	27.971	68.295	-1000.00000	55.285	39.223	82.491	-1000.0000
46.553	31.722	71.085	-1000.00000	55.285	42.974	85.312	-1000.0000
46.553	35.473	73.961	-1000.00000	55.285	46.725	88.202	-1000.0000
46.553	39.223	76.912	-1000.00000	55.285	50.476	91.155	-1000.0000
46.553	42.974	79.930	-1000.00000	55.285	54.227	94.165	-1000.0000
46.553	46.725	83.008	-1000.00000	55.285	57.978	97.227	-1000.0000
46.553	50.476	86.139	-1000.00000	55.285	61.729	100.335	-1000.0000
46.553	54.227	89.318	-1000.00000	55.285	65.480	103.486	-1000.0000
46.553	57.978	92.540	-1000.00000	55.285	69.231	106.675	-1000.0000
46.553	61.729	95.801	-1000.00000	55.285	72.982	109.900	-1000.0000
46.553	65.480	99.096	-1000.00000	55.285	76.733	113.158	-1000.0000
46.553	69.231	102.422	-1000.00000	55.285	80.484	116.445	-1000.0000
46.553	72.982	105.777	-1000.00000	55.285	84.235	119.760	-1000.0000
46.553	76.733	109.158	-1000.00000	55.285	87.986	123.099	-1000.0000
46.553	80.484	112.562	-1000.00000	55.285	91.737	126.462	-1000.0000
46.553	84.235	115.987	-1000.00000	55.285	95.488	129.846	-1000.0000
46.553	87.986	119.432	-1000.00000	55.285	99.239	133.249	-1000.0000
46.553	91.737	122.895	-1000.00000	55.285	102.990	136.671	-1000.0000
46.553	95.488	126.375	-1000.00000	55.285	106.741	140.110	-1000.0000
46.553	99.239	129.869	-1000.00000	55.285	110.492	143.564	-1000.0000
46.553	102.990	133.378	-1000.00000	55.285	114.243	147.033	-1000.0000
46.553	106.741	136.899	-1000.00000	59.652	1.714	68.771	-1000.0000
46.553	110.492	140.432	-1000.00000	59.652	5.465	69.639	-1000.0000
46.553	114.243	143.977	-1000.00000	59.652	9.216	70.695	-1000.0000
50.919	1.714	60.251	-1000.00000	59.652	12.967	71.932	-1000.0000
50.919	5.465	61.240	-1000.00000	59.652	16.718	73.339	-1000.0000
50.919	9.216	62.438	-1000.00000	59.652	20.469	74.909	-1000.0000
50.919	12.967	63.835	-1000.00000	59.652	24.220	76.630	-1000.0000
50.919	16.718	65.417	-1000.00000	59.652	27.971	78.492	-1000.0000
50.919	20.469	67.172	-1000.00000	59.652	31.722	80.487	-1000.0000
50.919	24.220	69.086	-1000.00000	59.652	35.473	82.834	-1000.0000
50.919	27.971	71.343	-1000.00000	59.652	39.223	85.479	-1000.0000
50.919	31.722	74.019	-1000.00000	59.652	42.974	88.205	-1000.0000
50.919	35.473	76.784	-1000.00000	59.652	46.725	91.003	-1000.0000
50.919	39.223	79.631	-1000.00000	59.652	50.476	93.868	-1000.0000
50.919	42.974	82.550	-1000.00000	59.652	54.227	96.793	-1000.0000
50.919	46.725	85.533	-1000.00000	59.652	57.978	99.774	-1000.0000
50.919	50.476	88.575	-1000.00000	59.652	61.729	102.805	-1000.0000
50.919	54.227	91.670	-1000.00000	59.652	65.480	105.883	-1000.0000
50.919	57.978	94.812	-1000.00000	59.652	69.231	109.002	-1000.0000
50.919	61.729	97.997	-1000.00000	59.652	72.982	112.161	-1000.0000
50.919	65.480	101.220	-1000.00000	59.652	76.733	115.354	-1000.0000
50.919	69.231	104.479	-1000.00000	59.652	80.484	118.581	-1000.0000
50.919	72.982	107.770	-1000.00000	59.652	84.235	121.837	-1000.0000
50.919	76.733	111.090	-1000.00000	59.652	87.986	125.121	-1000.0000
50.919	80.484	114.437	-1000.00000	59.652	91.737	128.431	-1000.0000
50.919	84.235	117.808	-1000.00000	59.652	95.488	131.764	-1000.0000
50.919	87.986	121.201	-1000.00000	59.652	99.239	135.120	-1000.0000
50.919	91.737	124.615	-1000.00000	59.652	102.990	138.495	-1000.0000
50.919	95.488	128.048	-1000.00000	59.652	106.741	141.889	-1000.0000
50.919	99.239	131.498	-1000.00000	59.652	110.492	145.301	-1000.0000
50.919	102.990	134.964	-1000.00000	59.652	114.243	148.730	-1000.0000
50.919	106.741	138.445	-1000.00000	64.019	1.714	73.050	-1000.0000
50.919	110.492	141.940	-1000.00000	64.019	5.465	73.867	-1000.0000

PARATIA CARR. ME IN DX DA PK 5+560 A PK 5+846  
RELAZIONE DI CALCOLO

Codice documento  
SS0456\_F0.docx

Rev	Data
F0	20/06/2011

64.019	9.216	74.864	-1000.00000
64.019	12.967	76.033	-1000.00000
64.019	16.718	77.366	-1000.00000
64.019	20.469	78.855	-1000.00000
64.019	24.220	80.492	-1000.00000
64.019	27.971	82.267	-1000.00000
64.019	31.722	84.172	-1000.00000
64.019	35.473	86.198	-1000.00000
64.019	39.223	88.582	-1000.00000
64.019	42.974	91.214	-1000.00000
64.019	46.725	93.923	-1000.00000
64.019	50.476	96.702	-1000.00000
64.019	54.227	99.544	-1000.00000
64.019	57.978	102.445	-1000.00000
64.019	61.729	105.399	-1000.00000
64.019	65.480	108.403	-1000.00000
64.019	69.231	111.452	-1000.00000
64.019	72.982	114.543	-1000.00000
64.019	76.733	117.672	-1000.00000
64.019	80.484	120.836	-1000.00000
64.019	84.235	124.033	-1000.00000
64.019	87.986	127.261	-1000.00000
64.019	91.737	130.516	-1000.00000
64.019	95.488	133.798	-1000.00000
64.019	99.239	137.103	-1000.00000
64.019	102.990	140.431	-1000.00000
64.019	106.741	143.780	-1000.00000
64.019	110.492	147.148	-1000.00000
64.019	114.243	150.534	-1000.00000
68.385	1.714	77.339	-1000.00000
68.385	5.465	78.111	-1000.00000
68.385	9.216	79.054	-1000.00000
68.385	12.967	80.162	-1000.00000
68.385	16.718	81.428	-1000.00000
68.385	20.469	82.844	-1000.00000
68.385	24.220	84.403	-1000.00000
68.385	27.971	86.098	-1000.00000
68.385	31.722	87.920	-1000.00000
68.385	35.473	89.862	-1000.00000
68.385	39.223	91.916	-1000.00000
68.385	42.974	94.330	-1000.00000
68.385	46.725	96.952	-1000.00000
68.385	50.476	99.646	-1000.00000
68.385	54.227	102.407	-1000.00000
68.385	57.978	105.229	-1000.00000
68.385	61.729	108.107	-1000.00000
68.385	65.480	111.037	-1000.00000
68.385	69.231	114.016	-1000.00000
68.385	72.982	117.039	-1000.00000
68.385	76.733	120.103	-1000.00000
68.385	80.484	123.205	-1000.00000
68.385	84.235	126.342	-1000.00000
68.385	87.986	129.512	-1000.00000
68.385	91.737	132.713	-1000.00000
68.385	95.488	135.941	-1000.00000
68.385	99.239	139.196	-1000.00000
68.385	102.990	142.475	-1000.00000
68.385	106.741	145.776	-1000.00000
68.385	110.492	149.099	-1000.00000
68.385	114.243	152.442	-1000.00000